

LEÇONS DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE.

TOME PREMIER.



LEÇONS DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE.

Par M. l'Abbé NOLLET, de l'Académie Royale des Sciences, de la Société Royale de Londres, de l'Institut de Bologne, Maître de Physique des Enfans de France, Professeur Royal de Physique Expérimentale au College de Navarre, & à la nouvelle Ecole d'Artillerie de la Fere.

TOME PREMIER.

SIXIEME EDITION.

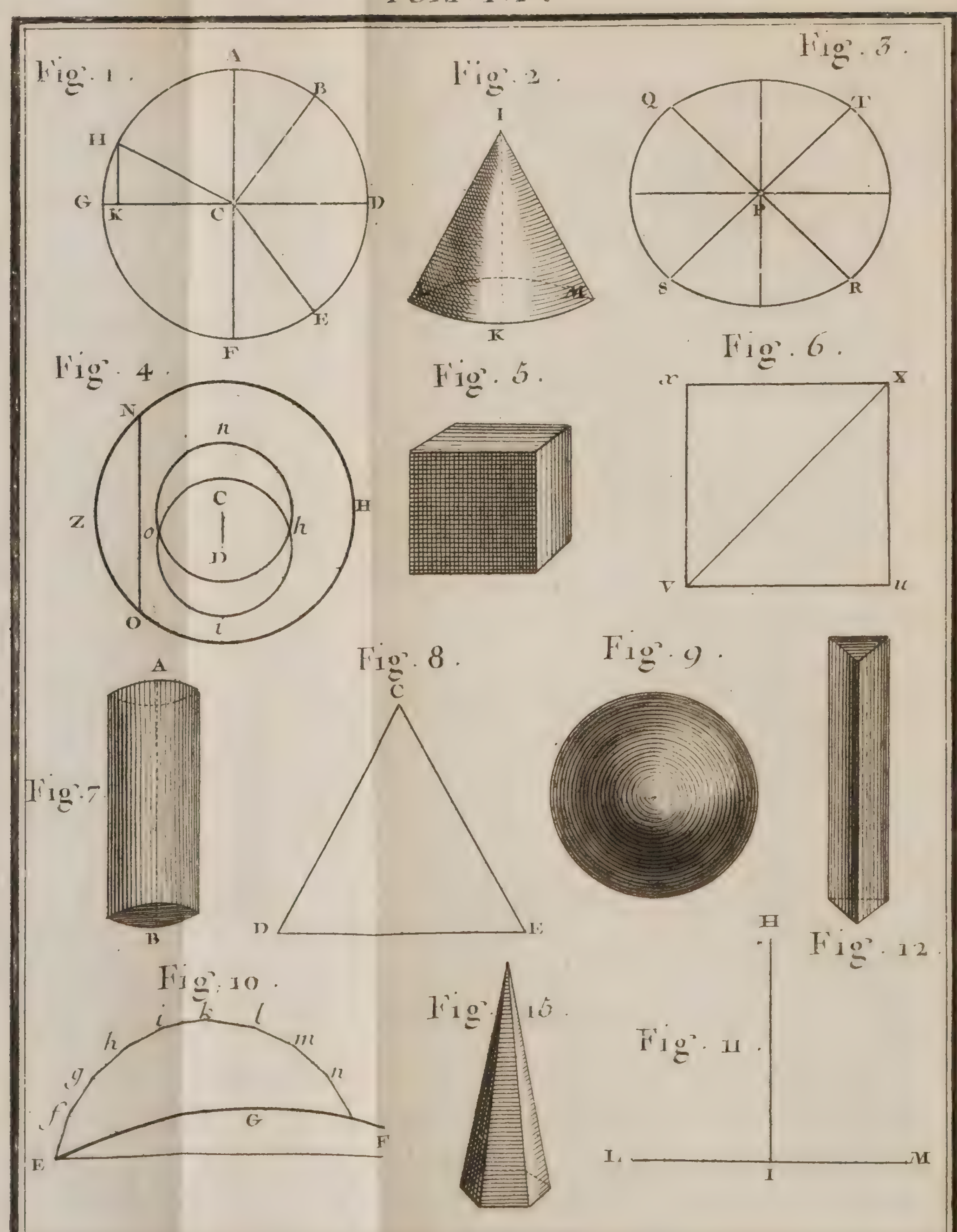


A PARIS,

Chez HIPPOLYTE-LOUIS GUERIN, & LOUIS-FRANÇOIS DELATOUR, rue S. Jacques, à S. Thomas d'Aquin.

M. DCC. LXIV.

Avec Approbation & Privilege du Roi.


Fig. 1.
A
B
H
G
K
C
D
E
F
Fig. 2.
I
M
K
Fig. 3.
Q
T
P
S
R
Fig. 4.
N
n
C
Z
o
h
H
D
O
i
Fig. 5.
Fig. 6.
x
X
V
u
Fig. 7.
A
B
Fig. 8.
C
D
E
Fig. 9.
Fig. 12.
H
Fig. 10.
i
k
l
h
m
g
n
f
G
F
E
Fig. 13.
Fig. 11.
L
I
M



A

MONSEIGNEUR

LE DAUPHIN.



ONSEIGNEUR,

Ayant conçu le dessein d'écrire & de donner au public des Leçons de Physique expérimentale que je fais de vive voix depuis plusieurs années, pourrois-je les lui

offrir dans une circonſtance plus heureuſe que celle où Vous voulez bien les honorer de votre préſence & de votre attention ? En mettant au jour cet Ouvrage, je ſuis diſpenſé maintenant de vanter l'utilité de ſon objet, & d'en faire connoître la dignité ; l'une & l'autre ſont prouvées, dès que cet objet eſt de votre goût, & qu'il a été approuvé par le ſage Conſeil qui régle vos études : un tel exemple apprendroit, ſi l'on ne le ſçavoit pas, que la connoiſſance des effets naturels convient à tous les états ; on pourroit en conclure auſſi qu'elle convient à tous les âges, ſi vous n'aviez fait que des progrès ordinaires dans les autres ſciences, &

ſi l'on ignoroit les preuves que vous avez données d'un génie prématuré.

Depuis dix ans que je travaille à former & à perfectionner une Ecole de Phyſique, ce qui a le plus animé & ſoutenu mon zele dans cette laborieuſe entrepriſe, c'eſt, MONSEIGNEUR, de m'être flatté que je pourrois un jour vous en offrir les fruits; je touche enfin au terme de mes déſirs & de mes eſpérances; vos ordres m'appellent. *

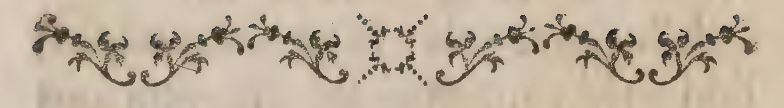
Le Public qui apprendra mon bonheur par cette Epître, verra ſans doute avec plaiſir, qu'en

* La premiere édition de cet Ouvrage fut faite en 1743. lorſque l'Auteur fut appellé à la Cour pour donner des Leçons de Phyſique à M. le Dauphin.

faisant usage de mes foibles talens, vous honorez de vos regards & de vos faveurs un établissement auquel il a bien voulu applaudir; & tout le monde sentira comme moi-même, combien je suis heureux d'avoir une occasion si favorable d'exercer mon zèle, & de donner un témoignage public de l'attachement inviolable, & du profond respect avec lesquels je dois & je veux être toute ma vie,

MONSEIGNEUR,

Votre très-humble, très-obéissant, & très-fidele Serviteur,
J. A. NOLLET.



PRÉFACE.

UNE ſcience qui n'embraſſe que des queſtions frivoles, ou qui ne termine celles qui paroiſſent être de quelque importance que par des probabilités, & en s'appuyant ſur des hypothèſes, n'intéreſſe ordinairement qu'un petit nombre d'eſprits ; il eſt rare qu'on y prenne goût, & le temps ne peut guère en étendre les limites, s'il n'en réforme l'objet ; parce que le déſir de ſçavoir, qui naît avec nous, & qui peut ſeul exciter notre attention, nous porte naturellement vers le vrai, & ne peut nous y fixer que quand nous y prenons quelque intérêt.

L'hiſtoire de la Phyſique, ſi l'on ſe rappelle les révolutions qu'elle a éprouvées, eſt très-capable de juſtifier cette réflexion.

Pendant près de vingt ſiécles, cette ſcience n'a été preſque autre choſe qu'un vain aſſemblage de ſyſtêmes appuyés les uns ſur les autres, & aſſez ſouvent oppoſés entre eux. Chaque Philoſophe ſe croyant en droit d'élever un pareil édifice à ſa mémoire, s'eſt efforcé de l'établir ſur les ruines de ceux qui l'avoient précédé; de tems en tems l'on a vu qu'une vraiſemblance en effaçoit cent autres.

Ces exemples tant de fois renouvellés, ne devoient pas donner beaucoup de crédit aux opinions philoſophiques; l'effet le plus naturel qu'on devoit en at-

tendre, & qu'ils ont eu, c'étoit de tenir les hommes dans la défiance sur la doctrine des Physiciens ; & l'on ne doit pas être surpris que leur curiosité n'ait été que médiocrement piquée par des connoissances où ils voyoient régner tant d'incertitudes. L'obscurité du langage a dû les rebuter encore plus. Dans ces tems de barbarie, comme si les sciences rougissant de leur état, n'eussent osé se montrer à découvert, ceux qui faisoient profession de les posséder, affectoient des expressions qui n'offroient que des idées confuses, & dont la plûpart étoient absolument inintelligibles pour quiconque n'étoit pas encore convenu de s'en contenter. On donnoit pour des explications certains mots vuides de

ſens, qui s'étoient introduits ſous les auſpices de quelque nom célébre, & qu'une docilité mal entendue avoit fait recevoir, mais dont un eſprit raiſonnable ne pouvoit tirer aucune lumiére.

Enfin la Phyſique ſi mal cultivée juſqu'alors, & ſi peu connue, parut au grand jour, & ſe fit goûter lorſqu'elle offrit des découvertes utiles, des vérités évidentes, lorſqu'elle put ſe faire honneur d'être entendue de tout le monde. Deſcartes, ſon premier réformateur, après l'avoir tirée de l'obſcurité des Ecoles, où elle avoit vieilli ſous l'autorité d'Ariſtote, ne lui laiſſa, pour ainſi dire, que le nom qu'elle avoit coutume de porter, & la rendit telle que les Ecoles réformées elles-mêmes peu à peu, ont adopté

depuis ce qu'elle a reçu de nouveau, & l'enſeignent préſentement en termes intelligibles.

Cette réforme porta principalement ſur la maniére d'étudier la Nature. Au lieu de la deviner, comme on prétendoit l'avoir fait jusqu'alors, en lui prêtant autant d'intentions & de vertus particuliéres, qu'il ſe préſentoit de phénomenes à expliquer ; on prit le parti de l'interroger par l'expérience, d'étudier ſon ſecret par des obſervations aſſidues & bien méditées, & l'on ſe fit une loi de n'admettre au rang des connoiſſances, que ce qui paroîtroit évidemment vrai. La nouvelle méthode fit de véritables Sçavans; & leurs découvertes excitant de toutes parts l'attention & la curioſité, on vit naître des amateurs

de tout ſexe & de toute condition.

Le goût de la Phyſique devenu preſque général, fit ſouhaiter qu'on en mît les principes à la portée de tout le monde. Bientôt on vit paroître en différentes Langues des Traités élémentaires, qui remplirent à cet égard les déſirs du Public. Mais la ſcience dont ils traitent, ſe perfectionne tous les jours; les découvertes ſe multiplient, les erreurs ſe corrigent, les doutes s'éclairciſſent: les mêmes motifs qui ont fait écrire ces élémens, doivent porter à les renouveller de tems en tems, pour y faire entrer les augmentations, les corrections, les éclairciſſemens qui intéreſſent néceſſairement ceux qu'une louable curioſité rend attentifs aux pro-

grès de cette ſcience. D'ailleurs il eſt à propos que ces ſortes d'ouvrages ſoient proportionnés au génie & à la portée des perſonnes à qui on les deſtine : j'en connois d'excellens en ce genre qui réuſſiſſent en Angleterre, en Hollande, en Allemagne, & qui, s'ils étoient traduits dans notre Langue, n'auroient peut-être pas un auſſi grand nombre de Lecteurs en France, parce que les principes y ſont ſerrés, & qu'il faut, pour les entendre, une attention trop ſuivie de la part de ceux qui ne voudroient que s'amuſer utilement ; & parce qu'on y a employé plus de géométrie que les gens du monde n'en ſçavent communément.

Il y a environ cinq ans, que publiant le Programme de mon

Cours de Physique expérimentale, je rendis compte de la maniére dont j'avois formé cet établissement, & des progrès qu'il avoit faits depuis sa naissance. J'offris alors ce petit volume au Public, comme une Table * des matieres que je me proposois de rassembler dans un Ouvrage plus considérable, pour lui être présenté, s'il continuoit de m'accorder ses suffrages, & si j'avois lieu de me flatter que mes leçons fussent encore de son goût. Cette condition a été remplie au-delà de mes vœux : lorsque je la fis, c'étoit un motif, & en même tems une régle que je prescrivois à mon zèle ; mais je ne regardois alors qu'autour de moi ; attentif au jugement

* Programme, ou idée générale d'un Cours de Physique, *dans la Préf.* p. xxxiii.

gement qu'on porteroit de mes efforts & de leur succès, je n'étendois pas mes vues plus loin que l'enceinte de Paris. Je ne présumois pas que mes foibles talens se feroient connoître au-delà des Alpes * ; & que j'aurois l'honneur de les aller exercer dans une Cour étrangère.

Je ne présumois pas que mon Ecole seroit non-seulement applaudie, mais imitée dans nos Provinces ** par les Colléges,

* En 1739. je fus appellé à la Cour de Turin, où je restai plus de six mois pour donner des Leçons de Physique à S. A. R. Monseigneur le Duc de Savoye. Après quoi le Roi de Sardaigne fit placer à l'Université tous les instrumens que j'avois portés, afin que les professeurs pussent s'en servir dans la suite pour cultiver & pour enseigner la Physique par voie d'expérience.

** Depuis la publication de mon programme, plusieurs Colléges des Jésuites, des PP. de l'Oratoire, de la Doctrine Chrétienne, & de Saint Lazare, se sont mis dans l'usage de représenter les preuves d'expérience dans les exercices publics.

par les Universités, par les Académies même. Enfin je ne présumois pas que nos Princes honoreroient * mes Cours & de leur présence, & de leur attention; qu'ils voudroient bien unir leur voix à celle du Public, & que l'épreuve qu'ils feroient de ma maniére d'enseigner, me vaudroit enfin l'honneur de travailler sous les yeux & pour l'utilité de

L'Université de Reims en use de même, & j'y ai envoyé une collection d'instrumens qui est déja très-considérable.

L'Académie Royale des Sciences & Belles-Lettres de Bordeaux, s'est aussi meublé depuis quelques années un beau cabinet de Machines & d'instrumens de Physique, dont elle m'a fait l'honneur de confier l'exécution à mes soins.

* En 1738. Monseigneur le Duc de Penthiévre voulut voir un de mes Cours de physique, auquel S. A. S. assista avec beaucoup d'assiduité & d'attention; peu de tems après j'eus l'honneur d'en faire un à Versailles pour S. A. S. Monseigneur le Duc de Chartres, à la clôture de ses études.

Monſeigneur le Dauphin. Ce dernier avantage excitoit mon zèle ; mais je le déſirois plus alors que je n'oſois l'eſpérer.

Ces événemens que je ne rappelle point ici par un ſentiment de vanité, quoiqu'ils ſoient bien capables d'en inſpirer, m'aſſurent en quelque ſorte du ſuccès de mon entrepriſe, & de l'approbation que l'on veut bien lui continuer. C'eſt donc pour m'acquitter de la promeſſe que j'ai faite ſous cette condition, que je publie aujourd'hui cet Ouvrage. Je ne m'excuſerai pas d'en avoir différé cinq ans l'impreſſion ; ſi j'ai quelque reproche à craindre, c'eſt peut-être de l'avoir donné trop tôt ; car s'il eſt tel que je le ſouhaite, les perſonnes à qui je le deſtine, ne me ſauront pas

mauvais gré d'y avoir employé tout le tems qu'il me falloit pour le rendre digne d'elles.

Le titre de l'Ouvrage annonce ce qu'il eſt ; ce ſont mes Leçons telles que j'ai coutume de les faire depuis neuf ans, à des Compagnies qui s'aſſemblent pour les prendre en commun. Je ſuppoſe toujours que le plus grand nombre n'eſt pas en état d'entendre les expreſſions d'Algebre ou de Géométrie, & certains détails qui s'écartent trop des premiers principes ; je penſe auſſi que l'utilité qu'on en peut attendre, ne feroit point apperçue par ceux qui ne font que s'initier, ou qui ont réſolu de ne donner à cette étude que des momens de récréation, qui ne prennent rien ſur des occupations

plus néceſſaires relativement à leur état ou à leur goût. C'eſt pourquoi, plus occupé du ſoin de me faire entendre, que du reproche qu'on me pourroit faire d'avoir abandonné le langage des Sciences dont il eſt aſſez ordinaire de ſe parer, je tâche de parler & d'écrire comme ont fait avant moi quantité d'Auteurs reconnus pour bons, & dont les Ouvrages pour la plûpart peuvent être mis entre les mains de tout le monde.

Ce n'eſt pas que je n'eſtime, comme on le doit, ces façons de s'exprimer qui ſont certainement plus préciſes, plus abrégées, & qui mettent en état de ſuivre plus loin une grande partie des connoiſſances qui ſont l'objet de mes Leçons ; je m'en ſers même fort utilement, lorſque je travaille en

particulier avec des perſonnes qui veulent faire une étude plus ſérieuſe de la Phyſique, & qui s'y ſont préparées par celle des Mathématiques; mais ayant égard au plus grand nombre de mes Lecteurs, je n'ai pas cru qu'il fût à propos de faire entrer dans le même ouvrage ces calculs & ces détails, dont ils pourront abſolument ſe paſſer, & qui exigeroient d'eux plus d'efforts & d'application qu'on ne peut, ou qu'on ne doit en attendre; j'ai mieux aimé les réſerver pour des volumes ſéparés, que je pourrai donner dans la ſuite par forme de Supplémens, & ſous le titre d'*Annotations*.

Quoique je me ſois abſtenu d'employer aucune expreſſion d'Algébre, aucun ſigne de Géométrie, par ménagement pour le Lecteur

à qui ce langage ne feroit point affez familier, je n'ai pourtant point porté ces fortes d'égards jufqu'à m'interdire l'ufage des termes confacrés ; j'ai conformé ma diction à celle qui eft généralement reçue, afin que la lecture de mon Ouvrage puiffe fervir d'introduction à celle des autres Livres de Phyfique ; mais j'ai eu foin de diftinguer ces mots par le caractère italique, la premiere fois qu'ils font employés, de les définir & de les expliquer le plus nettement qu'il m'a été poffible. Et pour ne point interrompre auffi le difcours par des définitions trop fréquentes, & qui feroient inutiles pour quantité de perfonnes, j'ai mis à la tête de ce premier Volume un petit Dictionnaire & une Planche où les Com-

mençans trouveront l'explication des termes qui ſe rencontrent fréquemment dans le cours de l'Ouvrage, & que j'ai ſuppoſé être connus du plus grand nombre.

Je ne me préſente ici ſous les auſpices d'aucun Philoſophe ; ce n'eſt ni la Phyſique de Deſcartes, ni celle de Newton, ni celle de Leibnitz, que je me ſuis preſcrit de ſuivre particuliérement ; c'eſt, ſans aucune préférence perſonnelle, & ſans diſtinction de nom, celle qu'un accord général & des faits ſuffiſamment conſtatés me paroiſſent avoir ſolidement établie. Pénétré de reſpect, & même de reconnoiſſance pour les grands hommes qui nous ont fait part de leurs penſées, & qui nous ont enrichis de leurs découvertes, de quelque Nation qu'ils ſoient, &

dans

dans quelque tems qu'ils aient vécu, j'admire leur génie jusques dans leurs erreurs, & je me fais un devoir de leur rendre l'honneur qui leur est dû; mais je n'admets rien sur leur parole, s'il n'est frappé au coin de l'expérience, ou démontré selon les regles : en matiere de Physique, on ne doit point être esclave de l'autorité ; on devroit l'être encore moins de ses propres préjugés, reconnoître la vérité par-tout où elle se montre, & ne point affecter d'être Newtonien à Paris, & Cartésien à Londres.

Pour me renfermer plus exactement dans les bornes de mon Titre, je me suis dispensé de rapporter les différens systêmes qui ont été proposés sur le méchanisme de l'Univers, & qui ont partagé les Philosophes tant anciens

que modernes. Quoiqu'on puiſſe abſolument ignorer tous ces efforts d'imagination, qui pour la plupart ne ſont point aſſez d'honneur à l'eſprit humain, & dont le plus beau ne peut paſſer que pour un ingénieux *peut-être*; cependant on ne peut guere ſe refuſer la connoiſſance de ceux qui ont eu le plus de crédit, & je rapporterois volontiers ici ce qu'ont penſé Deſcartes & Newton à cet égard, ſi je n'avois été prévenu par un Auteur, dont l'Ouvrage * eſt entre les mains de tout le monde, & qui a traité cette matiere avec le même agrément qu'on rencontre dans tous ſes écrits.

C'eſt encore pour ne point paſſer au-delà d'une Phyſique ſenſible & appuyée ſur des faits, que

* Hiſt. du Ciel, Liv. 2.

j'écarte ſoigneuſement toutes les queſtions métaphyſiques qui pourroient tenir en quelque ſorte aux matieres que j'ai à traiter : ſi l'on eſt curieux de ſuppléer à cette omiſſion, que j'ai faite à deſſein, on pourra lire avec beaucoup de ſatisfaction les ouvrages du P. Malebranche, & ſur-tout celui qui a pour titre, *la Recherche de la Vérité*.

J'ai ſuivi, en écrivant mes Leçons, la même méthode que j'ai coutume d'employer quand je les fais de vive voix. Je choiſis dans chaque matiere ce qu'il y a de plus intéreſſant, de plus nouveau, & qui me paroît le plus propre à être prouvé par des expériences. J'explique, avec le plus de préciſion & de netteté qu'il m'eſt poſſible, l'état de la queſtion, j'en rappelle l'origine, & j'indique, autant que

je le ſçais, les Auteurs qui paſſent pour l'avoir traitée avec le plus de ſuccès : je la prouve enſuite par des opérations dont je fais connoître le méchaniſme, ayant ſoin d'en écarter tout ce qui pourroit s'y mêler d'étranger, pour ne point partager l'attention. Enfin je ramene, ſoit à la queſtion même, ſoit aux faits qui m'ont ſervi de preuves, tout ce qui peut y avoir rapport dans les Phénomenes de la nature, dans les procédés des Arts, dans les machines le plus en uſage pour les commodités de la vie civile. C'eſt ainſi que j'en ai toujours uſé depuis l'établiſſement de mes Cours ; & quoique j'aie étudié avec attention le goût du Public à cet égard, je n'ai rien apperçu qui pût me déterminer à changer cet ordre :

j'ai cru voir au contraire qu'il avoit tout l'effet que je m'étois proposé qu'il eût. Il m'a semblé que des principes assez souvent abstraits, & que l'on ne pourroit apprendre de suite sans une application laborieuse, s'insinuoient plus aisément dans l'esprit, lorsqu'ils étoient ainsi entrecoupés par des expériences intéressantes, qui obligent d'en reconnoître & la vérité & l'utilité.

Dans la distribution des Matieres qu'on doit regarder comme le fond de cet Ouvrage, je me suis attaché à rassembler, sous un même titre, celles qui sont nécessairement liées ensemble, & j'ai eu soin de faire précéder les propositions qui peuvent s'entendre plus facilement, & qui doivent servir comme de princi-

pes pour l'intelligence des autres ; ainſi quoiqu'on puiſſe à la rigueur prendre chaque Leçon ſéparément, & que la plupart aient entr'elles une eſpece d'indépendance, je conſeillerai toujours au Lecteur qui voudra les ſuivre avec plus de facilité & de profit, de les voir dans l'ordre où elles ſont, parce qu'il trouvera dans les premieres des notions qui pourront l'aider pour la ſuite.

Les faits dont je me ſers pour prouver mes propoſitions, ne ſont pas toujours ni auſſi nombreux ni auſſi nouveaux qu'ils pourroient l'être. Ceux qui ont vu l'appareil de mes Inſtrumens, en aſſiſtant à mes Cours, ſeront peut-être ſurpris de ne retrouver dans les gravures de cet Ouvrage, qu'une partie de ce qu'ils ont vu dans mes

cabinets; il eſt juſte d'expoſer les motifs qui m'ont fait ſupprimer ce qu'on pourroit peut-être déſirer de plus, ſi j'annonçois ces volumes comme un recueil de mes Démonſtrations.

Depuis que j'enſeigne la Phyſique expérimentale, j'ai eu tout lieu de reconnoître que le moyen le plus ſûr de captiver l'attention, & de faire naître promptement les idées, c'eſt de parler aux yeux par des opérations ſenſibles. En conſéquence de cette vérité, je me ſuis pourvu de certaines machines que j'ai imaginées pour faire entendre mes penſées aux perſonnes qui n'ont des Sciences qu'une teinture très-légere, & pour leur faire prendre plus facilement & en moins de tems, certaines notions ſans leſquelles on

ne ſaiſiroit pas bien l'état d'une queſtion, ou les preuves qui en établiſſent la théorie. Mais comme ces moyens n'ont de force que dans l'uſage même qu'on en fait, & que les pieces qui les compoſent n'expriment rien, ſi elles ne ſont en jeu, il eût été inutile d'en donner la figure ou la deſcription; c'eût été multiplier, ſans aucun avantage, des planches qui ſont déjà aſſez nombreuſes.

Une autre raiſon pour laquelle je me ſuis diſpenſé de repréſenter dans cet Ouvrage tout ce qu'on voit dans mon Ecole, c'eſt que je n'ai pas cru devoir y faire entrer plus d'expériences qu'il n'en faut pour prouver ſolidement la doctrine qu'il renferme. Je l'ai déjà

dit ailleurs * ; je n'ai jamais prétendu faire de mes Leçons un ſpectacle de pur amuſement, où l'on vît répéter, ſans deſſein & ſans choix, un grand nombre d'expériences capables ſeulement d'occuper les yeux. Je crois être plus en état que perſonne en France, de ſatisfaire les Curieux par l'aſſortiment des machines dont je ſuis muni : mais je ſerois peu flatté qu'on ne vînt chez moi que pour voir ; & je ſuppoſe toujours une curioſité plus raiſonnable dans mes Auditeurs. C'eſt pourquoi de tous les faits que je ſuis en état de produire pour prouver chaque propoſition, je n'emploie jamais qu'un certain nombre qui ſoit ſuffiſant ; & par

* Program. ou Idée gén. d'un Cours de Phyſ. dans la Préf. p. x.

cette économie je gagne du tems pour des choses plus nécessaires, & je me mets en état de varier agréablement & utilement mes preuves, pour des personnes qui assistent plusieurs fois à mes Cours. J'ai eu la même attention en écrivant; je n'ai point voulu que le Lecteur, ébloui d'un nombre superflu d'opérations, pût perdre de vue les vérités qu'il s'agit d'établir : en lui rapportant des faits dignes d'attention, j'ai compté mettre sous ses yeux des preuves qui affermissent ses connoissances. En un mot, soit en ouvrant mon Ecole au Public, soit en lui offrant mes Leçons écrites, mon intention a toujours été qu'il y trouvât un cours de Physique expérimentale, & non pas un cours d'expériences.

Par la description que j'ai donnée des instrumens sous le titre de *Préparation*, je n'ai pas prétendu mettre suffisamment au fait de leur construction ceux qui voudroient les imiter : il auroit fallu entrer dans un détail de proportion, de choix de matieres, de précautions à prendre, & bien souvent de connoissances un peu étrangeres à mon objet, qui auroit grossi considérablement les volumes, & cela en pure perte pour la plupart des Lecteurs, à qui il suffit de voir en gros, qu'un tel effet peut être produit par une certaine méchanique. Mais comme je sens de reste combien il seroit utile qu'il y eût de bonnes instructions sur le choix des instrumens de Physique, & sur la maniere de les construire, pour

aider le zele des Amateurs ou des Sçavants qui s'appliquent à cette Science, & dont le nombre s'accroît tous les jours ; j'ai résolu de rassembler, dans un Ouvrage séparé, ce qu'un long usage aura pu m'apprendre touchant cette matiere. Ce dessein s'exécute actuellement, & l'on en peut voir quelques fragmens dans les Mémoires de l'Académie des Sciences pour les années 1740 & 1741, où j'ai seulement supprimé les pratiques qui regardent l'Ouvrier.

Quant au choix des expériences, j'ai quelquefois préféré celles qui sont connues depuis longtems, à d'autres plus récentes, parce que je leur ai trouvé un rapport plus direct aux propositions que j'avois à prouver, ou parce qu'elles donnoient lieu à des ap-

plications plus intéreſſantes, ou bien enfin parce qu'elles m'ont paru trop belles pour être omiſes; leur date alors m'a ſemblé d'autant plus indifférente, que, comme cet Ouvrage n'eſt point fait pour des Sçavans de profeſſion, la plûpart de ceux qui les y verront, leur trouveront encore tout l'agrément de la nouveauté : & d'ailleurs les choſes n'ont-elles de mérite qu'autant qu'elles ſont nouvelles ?

On me reprochera peut-être d'avoir fait entrer dans les *Applications* quelques remarques d'une mince utilité, ſoit que l'objet en mérite peu la peine, ſoit qu'elles ſe préſentent d'elles-mêmes à tout le monde. Mais on doit faire attention que cet Ouvrage n'eſt pas fait ſeulement pour des

personnes qui ont déjà vécu un certain tems dans le monde, & à qui l'usage a donné quelques idées obscures & confuses, à la vérité, mais avec lesquelles on peut sentir les causes prochaines de ces effets les plus communs. Je le destine principalement aux jeunes gens de l'un & de l'autre sexe, qui passent les premieres années de leur vie dans des Collèges ou dans des Pensions, pour qui tout est nouveau dans la Nature, dont l'esprit est naturellement avide de ces sortes de connoissances, & qu'il convient d'accoutumer, par des exemples faciles & familiers, à des idées claires & distinctes, & à des inductions judicieuses; car c'est la réflexion d'un Sçavant bien respecté, & bien digne de l'être,

qu'il eſt toujours utile de penſer juſte, même ſur des ſujets inutiles. *

Au reſte il faut prendre garde de confondre l'effet avec ſa cauſe ; l'un pourroit être connu du Payſan le moins inſtruit, pendant que l'autre ne le ſeroit pas du plus ſçavant Philoſophe. Quelqu'un ignore-t-il qu'une éponge, une pierre tendre, un morceau de ſucre ſe mouille entiérement avant que d'être tout-à-fait plongé ? mais ſçait-on bien pourquoi cela ſe fait ? D'ailleurs les phénomenes les plus communs ne le paroiſſent pas toujours également, quand on les conſidere par toutes les faces. Tout le monde ſçait qu'une pierre tombe en

* M. de Fontenelle, Hiſt. de l'Acad. des Sciences, 1699, dans la Préf. p. XI.

vertu de ſa peſanteur ; mais tout le monde ne ſçait pas qu'en tombant elle doit parcourir des eſpaces qui répondent aux quarrés des tems de ſa chûte. En faiſant application de ce dernier effet, après l'avoir prouvé, ſi je dis qu'une bouteille ou un verre peut ſe caſſer en tombant, aſſurément je n'inſtruis perſonne ; ſi je dis encore qu'en tombant de plus haut, les corps fragiles courent un plus grand riſque, cette vérité ne paroîtra pas plus neuve que la premiere : mais ſi j'ajoute qu'un Corps grave en tombant ſe briſe en vertu de ſa chûte accélérée, & qu'on peut prévoir l'effort qu'il ſera capable de faire à la fin de cette chûte, en meſurant la hauteur du lieu d'où il tombe, je ne crois pas que cette obſervation

ſoit inutile pour tous ceux à qui je la propoſe ; & ſi quelqu'un après l'avoir lue ſe plaignoit que j'aie voulu lui apprendre qu'un verre peut ſe caſſer en tombant, ou qu'il ſe briſe plus ſûrement en tombant de plus haut, il feroit voir qu'il a peu de diſcernement, ou beaucoup de mauvaiſe humeur.

Graces au bon goût qui regne dans notre ſiecle, je pourrois me diſpenſer de prouver que la Phyſique eſt utile, & qu'il n'y a perſonne qui ne puiſſe prendre part aux découvertes dont elle s'enrichit tous les jours. Quoique cette Science porte un nom Grec, on ſçait maintenant que ſon objet n'eſt point étranger ; que les connoiſſances qu'elle offre intéreſſent tout le monde, & que lorſqu'elle prononce par la voix de l'expé-

rience, elle peut être entendue à tout âge & en tous lieux. L'étude de la Nature étoit encore, pour ainſi dire, au berceau; la connoiſſance qu'on avoit de ſes phénomenes & de leurs cauſes, méritoit à peine le nom de Science, qu'un des plus grands hommes de l'Antiquité la vantoit déjà comme une reſſource pour l'eſprit humain, comme une occupation dont il pouvoit tirer avantage dans tous les tems & dans toutes les circonſtances de la vie. * Avec combien plus de raiſon ne pourroit-on pas la recommander comme telle, à préſent

* *Hæc ſtudia adoleſcentiam alunt, ſenectutem oblectant; ſecundas res ornant, adverſis perfugium ac ſolatium præbent; delectant domi, non impediunt foris: pernoctant nobiſcum, peregrinantur, ruſticantur.* Cic. pro Archia Poët. n° 16.

qu'elle occupe dans tous les états policés des compagnies de Sçavans, que les Princes honorent de leur protection, & qu'ils entretiennent par leurs libéralités; à présent, dis-je, que ses progrès s'annoncent tous les ans par des volumes, où chacun peut puiser selon son goût, ou selon ses besoins, des connoissances, dont le moindre avantage est d'orner l'esprit.

Quelque état que l'on prenne dans le monde, il est bien rare que l'on n'ait pas à réfléchir sur la force des Corps qui se meuvent par leur poids, ou autrement, sur celle des animaux, sur l'impulsion & le mouvement des fluides, sur l'action & sur les effets d'une infinité de machines, nouvelles ou anciennes, touchant

le choix desquelles on a souvent intérêt de sçavoir décider à propos. Est-il possible de voir ces effets admirables des télescopes, des lunettes, des microscopes, dont l'usage est aujourd'hui si commun, sans désirer d'en connoître la méchanique, & les propriétés sur lesquelles la construction de ces instrumens est fondée? A qui peut-il être inutile d'apprendre ce qu'il y a de nouveau dans une Science d'où dépendent nos amusemens les plus raisonnables, nos commodités, nos besoins? A qui peut-il être indifférent de sçavoir ou d'ignorer des choses qui peuvent occuper, au moins agréablement, dans des tems, dans des lieux où les douceurs de la société nous manquent?

Mais l'avantage le plus précieux, & que toute ame bien née ne manque pas de reſſentir en étudiant la Nature, c'eſt la néceſſité où l'on eſt de reconnoître par-tout l'Etre ſuprême qui a formé ce vaſte univers, & qui préſide ſans ceſſe à ſes propres œuvres. Plus on avance dans cette étude, plus on eſt convaincu que ce qui en fait l'objet, n'eſt point une production du hazard; tout y annonce une puiſſance infinie qui étonne, une ſageſſe profonde qu'on ne peut aſſez admirer, des intentions & une bonté qui méritent toute notre reconnoiſſance. Ces merveilles que nous avons ſous les yeux parlent au cœur autant qu'à l'eſprit; en éclairant l'un, il eſt naturel qu'elles touchent l'autre: ce que nous en apprenons,

en nous rendant moins ignorans que le vulgaire, peut auſſi faire naître en nous des ſentimens plus vifs, & nous rendre plus fideles à nos devoirs.

Un illuſtre Prélat *, en faiſant l'Hiſtoire de l'Education d'un grand Prince, qui lui avoit été confiée, me fournit un exemple & une preuve bien authentique des bons effets qu'on peut attendre de la Phyſique, lorſque les principes de cette Science ſont enſeignés avec deſſein & avec choix, & que celui qu'on en inſtruit eſt capable de réflexions. Je finis cette Préface par la traduction de ſes propres paroles, telle qu'on la trouve dans celui de ſes

* M. Boſſuet, Evêque de Meaux, dans ſa Lettre Latine au Pape Innocent XI, touchant l'Education de feu Monſeigneur le Dauphin, p. 16.

Ouvrages qui a pour titre, *Politique tirée de l'Ecriture Sainte*, p 41. * „ Pour l'expérience des
„ choſes naturelles, dit-il, nous
„ avons fait faire devant le Prin-
„ ce les plus néceſſaires & les plus
„ belles. Il n'y a pas moins trouvé
„ de profit que de divertiſſement;
„ elles lui ont fait connoître l'in-
„ duſtrie de l'eſprit humain & les
„ belles inventions des Arts, ſoit
„ pour découvrir les ſecrets de la
„ Nature, ou pour l'embellir, ou
„ pour l'aider. Mais ce qui eſt plus
„ conſidérable, il y a découvert
„ l'art de la Nature même, ou plu-

* *Experimenta verò rerum naturalium ſic exhibere fecimus, ut in his Princeps ludo ſuaviſſimo atque utiliſſimo, humanæ mentis hiſtoriam, præclaraque artium inventa, quibus naturam & retegerent & ornarent, interdum adjuvarent; ipſam denique naturæ artem, immò ſummi Opificis & patentiſſimam & occultiſſimam Providentiam miraretur.* Boſſuet, loco citato.

„ tôt la Providence de Dieu, qui
„ eſt tout à la fois ſi viſible & ſi
„ cachée. "



DISCOURS



DISCOURS *

Sur les diſpoſitions & ſur les qualités qu'il faut avoir pour faire du progrès dans l'étude de la Phyſique expérimentale.

ON peut dire des Eſprits qui s'appliquent aux Sciences, ce qu'un Poëte célebre nous fait obſerver touchant les différentes terres que l'on cultive; comme elles ne ſont pas également propres à toutes ſortes de productions (*a*), nous ne devons pas non plus nous attendre que chaque génie réuſſiſſe dans quelqu'étude qu'il s'engage: s'il en eſt d'aſſez heureuſement nés pour pouvoir ſe flatter d'un ſuccès univerſel, ce ſont de ces exemples rares, qu'il faut moins attendre qu'admirer, quand ils ſe rencontrent: ſelon le cours ordinaire de la nature, nous naiſſons preſque tous avec une

* Ce diſcours a été prononcé le 16 Mai 1753, à l'ouverture de la nouvelle Ecole de Phyſique expérimentale établie par le Roi, & publié enſuite par ordre de l'Univerſité.

(*a*) *Nec verò terræ ferre omnes omnia poſſunt.* Virg. Georg. lib. 2.

aptitude particuliere pour quelque objet: heureux celui qui n'en est pas détourné par un choix forcé, ou par des circonstances contraires à son inclination! Il est donc raisonnable d'examiner d'une part de quelle sorte d'application un homme est capable, & de l'autre, ce qu'exige de lui l'espece d'étude à laquelle on voudroit l'appliquer, afin d'assortir le travail au goût & au pouvoir de celui qui l'entreprend, & de ne point tomber dans le défaut d'un laboureur qui ensemenceroit de froment une terre destinée par la nature à porter une forêt.

C'est pour faciliter un tel examen, que je me suis proposé de rassembler dans ce Discours les différentes parties d'un Physicien qui s'applique à l'art des Expériences, & de faire comprendre par-là les dispositions & les qualités avec lesquelles il peut espérer de réussir. Il entre dans mon dessein de montrer les difficultés & les peines qui accompagnent cette étude; mais je ne dissimulerai pas les avantages, ni les agrémens qu'on y peut goûter: ce vaste champ est parsemé de fleurs, comme il est hérissé d'épines; si j'en éloigne ceux qui ne seroient point propres à le par-

courir avec fruit, je déſire plus que perſonne qu'il ne ſoit point abandonné, que les richeſſes qu'il renferme, ſe découvrent de plus en plus, & qu'elles ſoient recueillies de même.

L'objet de la Phyſique expérimentale eſt de connoître les phénomenes de la nature, & d'en montrer les cauſes par des preuves de fait : elle differe de l'Hiſtoire naturelle, en ce que celle-ci, ſans rendre raiſon des effets, a pour but principal de nous donner en détail la connoiſſance des corps dont l'univers eſt composé, de nous en faire diſtinguer les genres, les eſpeces, les variétés individuelles, les rapports que ces êtres ont entr'eux & leurs différentes propriétés. La premiere de ces deux Sciences entreprend de nous dévoiler le méchaniſme de la nature; la derniere nous offre, pour ainſi dire, l'inventaire de nos richeſſes : l'une & l'autre ſont tellement liées enſemble, qu'il eſt preſqu'impoſſible de les ſéparer : un Phyſicien qui n'eſt point Naturaliſte eſt un homme qui raiſonne au haſard & ſur des objets qu'il ne connoît point; le Naturaliſte qui n'eſt pas Phyſicien, n'exerce que ſa mémoire. S'appliquer à la Phyſique ex-

périmentale, c'eſt donc s'engager à étudier la Nature, non-ſeulement dans ſes effets, mais encore dans les différens matériaux qu'elle employe pour les produire ; c'eſt l'examiner dans tout ce qu'elle a fait, pour ſe mettre plus en état d'apprendre de quelle maniere elle agit.

Je vois principalement deux choſes à faire pour quiconque voudra parvenir à cette double connoiſſance. La premiere, & par laquelle il faut commencer, eſt de ſe mettre bien au fait de certaines vérités qui ſont reçues comme principes, & de s'inſtruire de toutes les découvertes qui ont été faites avant nous. La ſeconde, eſt de travailler à augmenter ce premier fond de connoiſſances, par ſes propres recherches, ou en profitant de celles des contemporains. Nous n'oſons prétendre, nous ne devons pas même déſirer, que tous nos Auditeurs ſe faſſent Phyſiciens de l'une & de l'autre maniere ; l'intérêt commun des Sciences demande que les hommes ſe partagent pour les cultiver ; la plûpart de ceux qui auront ſuivi nos Leçons, entraînés par d'autres goûts, ou privés des moyens néceſſaires pour ſe livrer à de nouvelles

recherches, s'en tiendront ſans doute au premier degré d'inſtruction, ſe contentant de bien entendre & de ſçavoir ce que le travail d'autrui leur aura offert. Mais en même tems, nous nous flattons que dans le grand nombre, il s'en trouvera pluſieurs à qui nous ferons naître le déſir de porter plus loin cette étude, & qui s'y livreront dans la ſuite entiérement, ou du moins dans les momens de loiſir que leurs profeſſions & leurs affaires leur pourront laiſſer. Comme les uns & les autres doivent commencer de la même façon, je vais d'abord tracer la route que doivent ſuivre ceux qui veulent s'initier en Phyſique.

Voulez-vous apprendre ce que l'on ſçait aujourd'hui en Phyſique, vous mettre au fait des principes de cette Science, & en état de raiſonner ſenſément ſur les effets naturels ? Fréquentez les Ecoles; informez-vous de ce qui ſe paſſe dans les Compagnies de Sçavans qui étudient la Nature; ſoyez attentif aux découvertes particulieres qui viendront de bonne part; liſez les bons Auteurs, voilà les moyens : vous pourrez les employer avec fruit, ſi vous êtes aſſidu, ſi vous avez l'eſprit libre de préjugés & une juſte défiance

contre l'erreur & l'illusion.

Graces à la méthode introduite par Descartes, & à la réforme qu'elle a mise dans notre maniere de philosopher, on peut dire que dans presque toutes les Ecoles de Philosophie, il n'y a plus maintenant qu'à profiter pour la jeunesse qui les fréquente : on ne l'assujettit plus à ce langage inintelligible, qui déshonoroit la raison; on lui donne pour regle de ne se rendre qu'à l'évidence, & de ne croire que ce qu'elle comprend ; on ne lui offre pour expliquer les effets naturels que des causes palpables & vraiment physiques : ou si quelquefois on employe des conjectures pour deviner ce que l'on ne voit pas, on ne les présente que comme des probabilités que l'autorité la plus grave & la plus respectable ne défend pas contre un doute légitime.

Il est certain que cette nouvelle façon de traiter & d'enseigner la Philosophie, est plus propre qu'aucune autre à éclairer l'esprit humain : maître absolu de ses pensées sur des matieres abandonnées à la dispute des hommes, il peut d'autant plus compter sur les connoissances qu'il acquiert en ce genre, que le choix de ses opinions a été plus libre : dès qu'il

n'y a plus ni honneur ni mérite à ſuivre avec une aveugle docilité des routes, dont la plûpart avoient été ouvertes par l'ignorance, & frayées par l'habitude, on doit beaucoup plus eſpérer des efforts de la raiſon, les conceptions étant variées ſuivant les différens degrés de lumiere que chacun a reçus, & la nouveauté n'étant plus un reproche que la vérité ait à craindre. Auſſi l'expérience nous prouve-t-elle que depuis cent ans ou environ que cette heureuſe liberté regne dans les Ecoles, la Phyſique a fait beaucoup plus de progrès que dans les ſiecles précédents; quoique de tout tems il y ait eu des hommes occupés, ou par goût, ou par état, à dévoiler & à contempler les merveilles de la Nature.

La nouvelle méthode ayant donc rendu les Ecoles profitables, on ne ſçauroit mieux faire que de les fréquenter avant toutes choſes, pour y prendre les premieres notions, pour ſe former des principes, & pour y apprendre à traiter les matieres avec ordre.

Dans la Phyſique, comme dans toute autre ſcience, les commencements ſont épineux; les premieres idées ont peine à s'établir; la nouveauté des termes,

autant que celle des objets, fatigue l'esprit par l'attention qu'elle demande : pour applanir ces difficultés, les leçons qui se donnent de vive voix, ont un avantage considérable sur celles qu'on voudroit prendre dans les livres ; un Maître qui parle à ses Eleves, & qui sçait se souvenir à propos des peines qu'il a eues en étudiant à leur âge, ou du soin qu'on a pris de les lui épargner, cherche, pour se faire entendre, les expressions les plus propres ; il les répete & les varie, jusqu'à ce qu'il ait lieu de croire qu'il a été entendu : le ton, le geste, un coup de crayon, & plus encore que tout cela, la liberté avec laquelle il permet, il recommande qu'on le questionne, sont autant de moyens qui secondent son zele, & avec lesquels il parvient à faire prendre des idées claires & distinctes de ce qu'il enseigne.

Quelle facilité ne trouverez-vous pas encore à vous initier, si l'Ecole où vous serez admis a l'avantage de posséder une collection suffisante d'Instruments, avec lesquels on vous mette sous les yeux presque toutes les vérités qu'on se propose de vous faire entrer dans l'esprit ? Les idées peuvent-elles manquer de

naître & de ſe perfectionner à la vue de ces images ſenſibles ? Soyez ſûrs que ce que vous verrez ainſi, avec intérêt, avec attention, fera plus d'impreſſion ſur vous que tous les diſcours qui auront précédé ; & que ce dernier moyen ne manquera pas de diſſiper vos doutes & d'affermir vos connoiſſances :

Segniùs irritant animos demiſſa per aurem,
Quam quæ ſunt oculis ſubjecta fidelibus...
Horat. de Arte Poët. 180.

Mais en vain notre maniere d'enſeigner ſeroit-elle devenue meilleure ; en vain ſerions-nous parvenus à rendre nos Leçons plus inſtructives & plus faciles, ſi ceux qui les y prennent n'y aſſiſtoient avec aſſiduité, & à deſſein de ſe rendre Phyſiciens, ou du moins de ſe diſpoſer à le devenir ; ſi ſe permettant des abſences ils perdoient le fil des queſtions que nous avons à traiter ; ou ſi ne ſe rendant ici que par la vaine curioſité de voir des Expériences, ils refuſoient leur attention aux connoiſſances que nous avons en vue de leur faire acquérir. Ces connoiſſances doivent être liées entr'elles comme les parties d'un édifice ; les premieres ſervent de fondement pour en établir d'autres ſur leſquelles on continue de bâtir,

ſi par les vuides qu'on aura laiſſés, les appuis manquent, l'aſſemblage imparfait n'aura aucune ſolidité. Ce n'eſt donc que par une application ſuivie, qu'on peut ſe flatter de mettre à profit ce que nous enſeignons dans nos Ecoles ; ce n'eſt auſſi qu'à cette condition, que nous nous engageons à donner dans l'eſpace d'un an, les principes d'une ſcience qui embraſſe tant d'objets, & dans laquelle il y a tant à apprendre.

Je dis les principes ; car c'eſt-là ſeulement ce que les Commençans doivent chercher dans les Ecoles, c'eſt-à-dire, ces vérités fondamentales qui ſont comme la ſource des autres, & qui doivent les précéder, ſoit pour les faire déſirer, ſoit pour les rendre intelligibles. Les connoiſſances de détails ne doivent venir qu'après ; quiconque s'en occuperoit avant que de s'être ſuffiſamment inſtruit des principes généraux, travailleroit infructueuſement ; comme un homme qui voulant arracher un arbre le ſaiſiroit par les feuilles, plutôt que de porter ſes efforts ſur les racines & ſur le tronc.

C'eſt encore dans les Ecoles qu'on apprend à traiter les queſtions dans un ordre convenable, & à rappeller les matie-

res à certains chefs ; afin que ce que l'on a étudié dans un tems puiſſe faciliter les autres Etudes qu'on fait après, & qu'appercevant avec un peu de réflexion les rapports que les objets ont entr'eux, on ſoit plus en état de juger d'où l'on doit partir pour les attaquer. Sans cela quelle confuſion dans les idées, & que de peines inutiles ne ſe donneroit-on pas ! Jugeons-en par un exemple ; comment pourroit-on comprendre le méchaniſme de l'oüie ou celui de la viſion, ſi l'on n'avoit pas appris auparavant les propriétés de l'air, & celles de cette matiere dont l'action nous éclaire ? De quelle maniere s'y prendroit-on pour étudier ces effets, ſi l'on ignoroit que les ſons & l'illumination des objets dérivent des mouvemens de ces deux fluides ? C'eſt donc par ces connoiſſances primitives, que nous ſçavons rapporter les effets dont il s'agit à leurs vraies cauſes ; c'eſt ſur elles que nous nous appuyons pour les expliquer.

Après la fréquentation des Ecoles, rien ne convient mieux, rien n'eſt plus propre à perfectionner les connoiſſances, que de s'inſtruire des découvertes qui ſe ſont faites & qui ſe font tous les jours dans ces Compagnies que l'amour des

Sciences a formées pour travailler en commun, que la faveur & la libéralité des Princes a mises en état de faire ce que des particuliers isolés ne pourroient pas même entreprendre. Heureusement nous vivons dans un siecle & dans un Royaume où ces secours ne manquent point à quiconque en veut profiter ; il n'y a presque pas de grande ville en France où il n'y ait maintenant une Académie ; si la Physique n'en est pas toujours l'objet principal, le goût de cette Science est tellement répandu, qu'elle y entre comme accessoire : & parce que ces Aréopages ne comprennent pas tous ceux qui seroient dignes d'y être admis, on peut compter encore sur le travail d'un grand nombre de Sçavans dispersés, qui se font connoître tous les jours par des productions très-instructives. Les connoissances qu'on tire de pareilles sources, ont l'avantage d'être plus détaillées & plus approfondies que les autres, parce que ceux qui nous les offrent ont donné toute leur application à des sujets particuliers qu'ils ont choisis par goût, ou à la faveur de quelques circonstances, qui les mettoient à portée de travailler avec plus de succès.

Ce que vous aurez appris de nos con-

temporains, vous ferez très-bien de le comparer avec ce que nous tenons des Sçavans qui ont vécu avant nous. La lecture bien réfléchie de leurs ouvrages, vous apprendra les routes qu'ils ont frayées les premiers, & dans leſquelles nous ſommes entrés après eux ; les découvertes qu'ils ont, pour ainſi dire, ébauchées, & qui ſe ſont perfectionnées depuis, les écarts dans leſquels ils avoient donné, & dont on eſt revenu dans la ſuite. En ſuivant ainſi la marche de l'eſprit humain, on s'inſtruit plus profondément & avec plus d'exactitude ; on voit d'où naiſſent les illuſions, & ce qui peut les diſſiper ; on apprend à douter à propos, & à ſuſpendre ſon jugement, juſqu'à ce que le temps & l'évidence nous autoriſent à croire.

La connoiſſance des langues eſt un moyen également commode & utile, pour s'inſtruire de tout ce qui ſe fait en Phyſique ; parce qu'il y a quantité de bons Ouvrages, dont les Auteurs ont employé l'idiôme du pays dans lequel ils ont écrit ; lorſqu'on ne l'entend pas, on ne peut s'en dédommager que par des traductions qui ne ſe font pas toujours, ou qui, ſi elles ſe font, ne ſup-

pléent preſque jamais parfaitement aux originaux. Mais une Langue qu'il eſt indiſpenſable d'apprendre, c'eſt celle de l'Algebre & de la Géométrie ; ces deux Sciences ſe ſont heureuſement introduites dans la Phyſique ; par-tout où elles peuvent s'appliquer, elles y portent l'exactitude & la préciſion qui leur ſont propres, elles répandent la lumiere dans l'eſprit, elles le font raiſonner juſte ; avec leur ſecours il chemine plus vîte, plus ſurement, & peut aller plus loin ; il faut de néceſſité ſe mettre en état de ſuivre les Auteurs qui marchent à la lueur de ces flambeaux.

Mais dans quelque ſource que l'on cherche à puiſer des connoiſſances, ſoit en étudiant les Auteurs, ſoit en recueillant ce que les Sçavans nous offrent chaque jour de nouveau, rien n'eſt plus néceſſaire que de renoncer à tout préjugé ; car un eſprit livré à la prévention, ne manque guere de ſuivre dans ſes déciſions le penchant ſecret qui l'entraîne, & le vrai ne ſe trouve pas toujours du côté vers lequel il ſe laiſſe aller ; ſemblable à l'œil malade dont les humeurs ſe ſont teintes, il voit rarement les objets ſous leurs vraies couleurs. Combien de

gens ne reconnoiſſent pas la vérité où elle eſt, combien d'autres croyent la voir où elle n'eſt pas, parce qu'ils ſe ſont déclarés pour ou contre une Nation, parce qu'ils entendent mal le reſpect & la fidélité qu'on doit à la Religion, parce qu'ils ont épouſé des haines ou des affections particulieres, parce qu'ils cédent aux impreſſions invétérées d'une mauvaiſe éducation !

On ne peut donc apprendre de trop bonne heure que tous ceux qui cultivent les Sciences, dans quelque partie du monde qu'ils vivent, ne forment qu'une ſeule & même République ; qu'il leur convient de ſe traiter avec tous les égards que des Concitoyens ſe doivent ; que travaillant à s'éclairer réciproquement, ils ne peuvent ſe permettre qu'une honnête émulation, qui leur faſſe déſirer de ſe ſurpaſſer les uns les autres, ſans ſonger à s'effacer ni à ſe confondre. Il faut conſidérer de plus que la vérité, de quelque part qu'elle vienne, eſt un bien que nous devons chérir, comme le diamant qui eſt précieux par lui-même, & que nous eſtimons ſans avoir égard à celui qui l'a tiré de la terre : & s'il arrive qu'une vérité évidente nous ſemble ne pas s'ac-

corder avec une autre vérité qu'il nous eſt ordonné de croire, ſouvenons-nous qu'elles viennent toutes deux de la même ſource ; que l'Etre ſuprême qui a révélé les articles de notre foi, eſt auſſi le Dieu, le Légiſlateur de toute la nature, & incapable de ſe contredire en rien. En pareille conjoncture, que la raiſon, religieuſement ſoumiſe à la révélation, ne ſe refuſe cependant pas au trait de lumiere naturelle qui l'éclaire ; qu'elle ne prenne pas le parti de regarder comme faux, ce que l'évidence lui montre être vrai ; mais qu'elle rejette ſur la foibleſſe de l'entendement humain & ſur ſa propre ignorance, la contradiction apparente qui l'embarraſſe ; qu'elle attende ſans impatience, que de nouveaux efforts & une nouvelle lumiere lui découvrent ce qui eſt encore caché, & lui apprennent à concilier ce qu'elle voit avec ce qu'elle eſt obligée de croire.

N'eſt-ce pas s'impoſer une gêne bien peu raiſonnable, & en même-tems bien nuiſible au progrès des connoiſſances humaines, que de vouloir tout rapporter aux penſées d'un Philoſophe dont on a épouſé les principes, aſſez ſouvent ſans les connoître, & preſque toujours

avant

avant que d'être en état d'en juger ? Hé ! pourquoi vouloir être d'un ton décidé & en toute occaſion, Cartéſien, Newtonien, Leibnitien, &c ? Quelqu'un de ces grands Hommes, dont l'autorité a tant de poids, a-t-il eu l'infaillibilité en partage ? Ne peut-on pas reſpecter leur mémoire, admirer leur génie, profiter de leurs découvertes, ſans s'attacher particuliérement à un ſeul, ſans s'interdire la liberté d'examiner leurs opinions, de s'en écarter même, lorſque de nouvelles lumieres viennent nous éclairer ſur ce qu'elles ont de défectueux ? Pourquoi prendre indiſtinctement tout ce qui eſt renfermé dans un même tréſor, quand il nous eſt permis d'en ouvrir pluſieurs pour nous enrichir avec choix ? Ces préférences dans leſquelles on s'engage, produiſent encore un mauvais effet dont nous n'avons que trop d'exemples ; chacun voudroit que le parti qu'il a embraſſé fût ſuivi du plus grand nombre ; on parle, on agit en conſéquence ; il naît de-là des altercations, des plaintes, des injures, des inimitiés ; & c'eſt, ſelon moi, porter juſqu'à la folie l'amour d'un Sage qu'on veut élever au-deſſus des autres.

Je ne parlerai point des préjugés qui viennent d'une éducation mal conduite ; l'énumération en seroit trop longue, & presque inutile : je dirai seulement que l'esprit humain en se livrant à l'étude de la Philosophie, doit commencer à user du droit qu'il a de penser librement sur les effets de la nature ; que le premier acte de cette liberté doit être de s'élever au-dessus de toutes ces opinions vulgaires qu'il a reçues dans un tems où l'autorité & l'exemple lui tenoient lieu de raison ; & que prenant pour regle de ne rien admettre que de certain ou de très-probable, il doit se dépouiller généralement de ces premieres impressions, qui portent presque toutes un caractere de fausseté.

C'est déjà beaucoup pour un Commençant d'avoir écarté les vieilles erreurs dont il étoit préoccupé ; mais ce n'est point assez : à cette premiere précaution, il faut qu'il ajoute une juste défiance qui le tienne en garde contre les nouvelles illusions qui pourroient le séduire ; & combien n'en a-t-il pas à craindre, tant de sa part, que de celle des autres ! L'amour du merveilleux est un poison séduisant dont les meilleurs

esprits ont peine à se garantir ; il fait peut-être autant de mauvais Physiciens que l'étude & les plus heureuses dispositions en forment de bons : & ce qu'il y a de plus fâcheux, c'est que, si l'on aime à produire des découvertes d'éclat, ceux qui les apprennent, les reçoivent aussi avec beaucoup d'avidité ; de sorte que si quelqu'un a la foiblesse de mentir ou d'exagérer, en annonçant des nouveautés singulieres, il est presque sûr qu'on n'aura pas le courage d'en douter. Il est donc d'un homme sage d'examiner de sang froid ce qu'on lui présente d'extraordinaire, d'attendre que les faits ayent été vérifiés dans toutes leurs circonstances, de peser les raisons sur lesquelles on appuie ses jugemens, & de n'y adhérer qu'après une mûre réflexion & une pleine connoissance.

Défions-nous sur-tout des Auteurs qui ont des systêmes à soutenir ; défions-nous de nous-mêmes, si nous les avons adoptés. Nos pas se tournent naturellement vers l'endroit où nous serions bien aises d'arriver ; si nous n'y prenons garde de fort près, nous courons risque d'interpréter en faveur d'une opinion favorite, des effets, des observations, des senti-

mens qui, mieux examinés, la détruiroient peut-être plutôt que de l'appuyer: nous nous dissimulerons des difficultés, qui nous feroient revenir de nos erreurs, si nous y étions moins attachés; nous abandonnerons légérement des vérités bien fondées, parce qu'elles nous paroîtront incompatibles avec une doctrine que nous aurons goûtée.

Ayons donc de la défiance autant qu'il en faut pour ne point donner dans l'illusion; mais d'un autre côté, n'oublions pas que, si nous en avons trop, nos soupçons feront injure à ceux qui travaillent à nous instruire, & que notre obstination à douter nous remplira l'esprit d'incertitude. Oui, c'est un abus & une ingratitude, que de se montrer toujours incrédule, & de se persuader que toutes les découvertes que les Physiciens nous vantent, ne produisent aucune connoissance nouvelle de la Nature, aucune explication de ses effets. Ce langage est celui d'une ignorance ou d'une paresse orgueilleuse, qui méprise ce qu'elle ne connoît pas, & qui trouve plus commode de le nier que de prendre la peine de s'en instruire. On entend rarement parler ainsi des gens raisonnables & ini-

tiés dans les Sciences ; il eſt plus ordinaire d'en trouver qui reconnoiſſant les avantages de la Phyſique en général, affectent de révoquer en doute tout ce qui ne vient pas d'eux ou de leurs amis. Ce Pyrrhoniſme marque de l'humeur, ou quelque intérêt particulier; mais quelle qu'en ſoit la cauſe, on ne peut s'appliquer ni trop tôt, ni avec trop de ſoin, à s'en défaire : car tant qu'il ſubſiſtera, il rendra ſuſpectes les vérités les mieux prouvées ; l'eſprit frappé de cette maladie flottera ſans ceſſe entre le oui & le non, & ne ſera jamais fixé par aucune connoiſſance certaine ; il travaillera beaucoup, ſans jamais rien ſçavoir de ce qu'il aura appris, il ne fera tout au plus que s'en douter.

Il coûtera ſans doute & du tems & des peines pour entrer dans ces diſpoſitions, ſi l'on ne les a pas naturellement, & pour employer avec fruit les moyens dont j'ai parlé : mais eſt-il une ſcience qui n'en exige de la part de ceux qui s'y appliquent ? & de toutes celles que l'eſprit humain cultive, n'auroit-on pas raiſon de dire que la Phyſique expérimentale eſt la plus propre à le dédommager de ſes fatigues & de tout ce qu'il

auroit pû lui sacrifier. En se mettant en état d'étudier la Nature & de la suivre dans ses opérations, que de ressources agréables & utiles ne peut-on pas se flatter de trouver, dans des tems & dans des lieux où l'on seroit privé des douceurs de la société! Le Physicien trouve par-tout l'objet de ses recherches & de ses amusemens; la campagne & la ville, les élémens, les saisons, ce qui respire, ce qui végete, ce qui naît, ce qui périt, &c. tout lui offre de quoi méditer, de quoi s'instruire, de quoi profiter. Compterons-nous pour rien l'avantage qu'il a sur les autres hommes, de ne point se livrer comme eux à de frivoles espérances, à de vaines terreurs, à de superstitieuses pratiques, & d'admirer tranquillement des phénomenes ou des êtres que le vulgaire ne voit qu'avec émotion, & toujours en raisonnant d'une maniere fort étrange? S'il est bon citoyen, ne sera-ce pas pour lui une grande satisfaction, de pouvoir tourner au profit de la société des découvertes dont il aura pris connoissance, ou les remarques qu'il aura faites lui-même? Tels seront les avantages d'un homme qui sera devenu Physicien en profitant

ſeulement des inſtructions d'autrui : nous en promettons de plus grands à celui qui le deviendra par ſon propre travail ; mais il aura plus à faire pour les mériter.

L'obſervation & l'expérience ſont les moyens les plus sûrs, je dirois preſque les ſeuls que puiſſe employer un Sçavant qui s'applique à étendre les progrès de la Phyſique. Par la premiere on épie, pour ainſi dire, la Nature à deſſein de lui ſurprendre ſon ſecret ; par la ſeconde, on lui fait violence pour la forcer à le dire : mais, ſoit que l'on faſſe l'un ou l'autre, il y a maniere de s'y prendre ; & c'eſt un Art aſſez difficile à exercer, pour lequel il faut des diſpoſitions naturelles, des qualités & des attentions particulieres, des ſecours qu'on n'eſt pas toujours en état de ſe procurer.

Un obſervateur, dans quelque partie que ce ſoit de la Phyſique, doit avoir une patience à toute épreuve, une attention à laquelle il n'échappe aucune circonſtance, une prompte & vive pénétration, une imagination ſage & modérée, beaucoup de réſerve & de circonſpection dans ſes jugemens.

Quel courage ne faut-il pas pour ſurmonter les ennuis, les difficultés, les

dégoûts de tant d'entreprises qui trompent nos espérances par un mauvais succès, ou qui les flattent long-tems sans jamais répondre à nos désirs! Le Physicien Botaniste obtient avec peine & après une longue attente, des Plantes exotiques qu'il est curieux de voir & d'examiner dans tous leurs états; elles ont résisté aux fatigues du transport; à force de soins & d'attentions, on a empêché que la différence du climat ne leur fût nuisible; elles alloient fleurir enfin, lorsqu'un insecte en vient ronger les racines, & les fait périr sans ressource. Un Astronome zélé se fait un plaisir singulier de voir une éclipse qu'il attend depuis dix ans: le jour tant désiré approche, il fait deux ou trois cens lieues pour aller observer ce phénomene dans l'endroit où il doit être visible, il prépare ses instrumens; mais quelle fatalité! au moment même où les deux astres vont se joindre, le ciel se couvre, & les nuages qui l'ont obscurci ne se dissipent que quand il n'y a plus rien à voir. (*a*)

(*a*) Tel fut le sort de M. Delisle, lorsqu'il alla de Pétersbourg à Berezou, ville de la Sybérie, près l'embouchure de l'Oby, pour voir le passage de Mercure sur le Soleil, le 2 Mai 1740.

A combien de pareilles disgraces les Anatomistes & les Chymistes ne sont-ils point exposés, les uns, par l'extrême délicatesse des préparations, ou par les progrès trop rapides de la putréfaction; les autres, par l'infidélité des drogues, par la fragilité des vaisseaux, & par la plus légere inattention! Si de tels accidens peuvent dégoûter, nous en avertissons dès-à-présent ceux qui ne se sentiroient pas le courage de les supporter, ils y seront souvent exposés: encore n'est-ce point-là ce qu'ils auront de plus dur à souffrir; la jalousie de leurs rivaux exercera bien autrement leur patience.

Si quelqu'un est assez heureux pour faire une découverte, l'honneur qui s'y trouve attaché est une récompense qui lui est légitimement dûe, & rarement doit-il en espérer d'autres: mais qu'il ne s'attende pas à l'obtenir de son vivant; ou s'il l'obtient, en jouira-t-il en paix? Ceux qui auront fait la même recherche que lui, & qui ne seront pas arrivés au même but, s'efforceront de

M. le Monnier eut autant de courage, mais plus de bonheur, en allant observer en Ecosse l'éclipse annulaire du Soleil, qui arriva le 25 Juillet 1748.

dire & de faire croire, qu'il n'a pas rencontré juste; & parmi ceux-là même qui ne cherchent rien, & qui ne sont pas en état de juger de la question, il s'en trouvera qui prendront parti contre lui, & qui lui disputeront le succès de son travail. Que fera l'homme sage ? il se souviendra qu'un Physicien doit être Philosophe : sans mépriser ses Critiques, sans se chagriner de leurs déclamations, il examinera de sang froid tout ce qu'on lui oppose; il y répondra sans aigreur; & s'il a lieu de croire que la raison soit de son côté, il attendra tranquillement que la vérité qu'il a trouvée, dissipe par son éclat les mauvaises difficultés par lesquelles on a tâché de l'obscurcir : comme c'est pour elle plutôt que pour lui-même qu'il a travaillé, il ne s'affligera que médiocrement, s'il prévoit qu'il ne sera jamais témoin de ce triomphe.

Sans une attention scrupuleuse, l'Observateur le plus assidu, le plus dévoué à la Physique, ne voit qu'imparfaitement son objet; tout ce qu'il en pourra dire n'instruira pas suffisamment, induira même en erreur ceux qui en jugeront d'après lui : le tems, le lieu, l'état actuel de l'Atmosphere, la quantité,

la durée, la forme, la couleur, l'odeur & les autres qualités ſenſibles, ſont autant de circonſtances auxquelles il faut avoir égard, & dont on doit tenir compte, à moins que l'on n'en voye évidemment l'inutilité. Combien de connoiſſances nous ont échappé ! combien d'autres ont été retardées, parce qu'on s'eſt contenté de voir les choſes en gros, & qu'on a négligé d'en examiner les particularités, ou d'en faire mention ! Aurions-nous été ſi long-tems, par exemple, ſans ſçavoir que ces lumieres aëriennes appellées *Caſtor* & *Pollux* par les Anciens, *Feux Saint Elme* par les Modernes, étoient des phénomenes d'Electricité, ſi la plûpart de ceux qui en ont parlé, nous les euſſent repréſentées comme *des aigrettes lumineuſes*, qui paroiſſent en tems d'orage à l'extrêmité d'une vergue ou d'un mât de vaiſſeau, *& qui y font entendre un bruit ſemblable à celui de la poudre qu'on allume après qu'elle a été mouillée ?* Un entre mille (*a*) fait cette remarque, & lui ſeul nous met en état de juger ſainement de la nature de ces feux. Voilà comme de nouvelles

(*a*) Mém. du C. de Forbin, ann. 1696, Edition d'Amſterdam, 1740.

attentions produisent de nouvelles connoissances : celui qui observe ne doit quitter son objet, que quand il en a considéré toutes les faces, tout ce qu'il renferme, tout ce qui l'environne.

Avec une grande attention, il faut encore dans l'esprit une certaine activité qui le fasse aller, pour ainsi dire, au-devant de la Nature, lorsqu'elle ne fait que la moitié du chemin vers lui ; l'Observateur le plus attentif, qui ne sçait point la pénétrer en entrant dans ses vûes, sera dans bien des occasions comme un œil mort, qui est ouvert sur quantité d'objets, sans en voir aucun. Jugeons-en par un exemple. Le Fontainier qui apprit à Galilée que les Pompes aspirantes n'élevoient jamais l'eau au-dessus d'un certain terme, avoit vû ce phénomene toute sa vie, sans en être touché, sans en tirer d'autre conséquence, que celle d'assujettir son art à un fait que l'usage lui avoit montré. Il n'en fut pas de même du Philosophe ; l'action limitée par la Nature même, lui fit soupçonner une cause méchanique à laquelle personne n'avoit encore pensé ; & Toricelli son Disciple eut l'honneur de la mettre en évidence. Ce fut par cet heu-

reux événement que l'*horreur du vuide* diſparut pour toujours de la Phyſique, & qu'un grand nombre d'effets qu'on faiſoit venir de ce principe chimérique, ont été attribués depuis avec raiſon à la preſſion de l'Atmoſphere.

C'eſt au haſard, dit-on, que nous devons une grande partie de nos découvertes; j'avoue que cela eſt vrai juſqu'à un certain point : mais quoique le haſard ſe montre indifféremment à tout le monde, ce qu'il y a de bien sûr, c'eſt qu'il ne produit rien, ſi l'on n'a pas l'attention de le ſaiſir à propos, & l'adreſſe d'en profiter : la vertu qui dirige les pôles de l'aiman, celle qu'il a de communiquer ſes propriétés au fer & à l'acier, s'étoient peut-être montrées mille fois avant qu'on les eût remarquées; & quand elles l'euſſent été plutôt, quel profit en euſſions-nous tiré ſi les Phyſiciens qui firent ces obſervations, ſe repoſant ſur leurs premieres découvertes, n'euſſent penſé qu'il en pouvoit naître un inſtrument propre à diriger la Navigation? Ces petits animaux que nous nommons des Inſectes, & que le vulgaire mépriſe, parce qu'il ignore ce qu'ils ont d'admirable, ne ſe cachent pas

plus d'un ignorant que d'un ſçavant; mais celui-ci les ſuit d'un œil curieux, par-tout où l'autre les écraſe avec une froide indifférence : l'illuſtre Auteur qui nous a déjà donné ſix volumes de leur hiſtoire, ſans avoir épuiſé ce que l'on peut ſçavoir de leurs ſtructures, de leurs mœurs, de leurs induſtries, &c. prouve, on ne peut pas mieux, par ſon exemple, ce que peuvent valoir les heureuſes rencontres aux Obſervateurs attentifs & pénétrans; quiconque a parcouru ſon excellent Ouvrage, a dû remarquer dans bien des endroits, que quand le haſard lui a parlé, il n'a été inſtructif que parce qu'il parloit à qui ſçavoit l'entendre.

Cette vive pénétration que je regarde comme une qualité déſirable dans un Obſervateur, touche de fort près à un défaut dans lequel on doit bien prendre garde de tomber : en allant au-devant de ce que l'on ne voit point encore, il eſt dangereux de ſe livrer à ſon imagination, & de ſe laiſſer emporter au-delà des bornes d'un ſage ſoupçon, d'un ſoupçon fondé ſur une grande vraiſemblance. De grands hommes ont donné dans cet écueil; & ce n'eſt pas ſans regret que nous voyons dans leurs Ouvra-

ges des opinions fort douteuſes, ou viſiblement fauſſes, mêlées avec les vérités les plus ſolides & les plus intéreſſantes. Un Sçavant qui eſt parvenu à ſe faire une réputation brillante, peut riſquer bien des choſes, parce qu'on n'oſe le contredire de ſon vivant. Il abuſe quelquefois de cette eſpece d'impunité; mais qu'il ſe ſouvienne qu'elle n'aura qu'un tems, & que la poſtérité, moins indulgente que ſes contemporains, ſe vengera ſur ſa mémoire des licences qu'il aura priſes: cet avis regarde principalement les Phyſiciens conſommés; mais il eſt bon de le faire goûter à ceux qui commencent.

S'il eſt avantageux de penſer promptement, d'avoir une vive imagination, parce qu'ordinairement elle accélere & multiplie les connoiſſances; il n'eſt pas moins néceſſaire d'être circonſpect dans ſes déciſions; de ne ſe fixer à rien, que l'on n'ait examiné auparavant le pour & le contre, & que l'on n'ait pris tout le tems qu'il faut pour peſer les raiſons ſur leſquelles on veut fonder ſes jugemens; imitant en cela la prudence d'un homme, à qui une excellente vûe fait appercevoir dans un grand éloignement, des objets qu'il ne diſtingue pas bien encore;

& qui, pour en parler avec sûreté, attend qu'il les ait vûs plus long-tems & de plus près ; la grande portée de sa vûe fait qu'il découvre ce qui est absolument invisible pour d'autres yeux ; mais cette qualité, bien-loin d'être un avantage pour lui, ne seroit qu'une occasion d'erreur, s'il jugeoit avec précipitation de tout ce qu'il commence à appercevoir.

Les jugemens précipités ne tireroient point tant à conséquence, si ceux qui les portent avoient le courage de les réformer quand ils s'apperçoivent qu'ils se sont trompés, ou de convenir au moins de leurs méprises, quand on les leur fait remarquer. Mais l'amour-propre rend opiniâtre ; souvent pour soutenir ses erreurs, on employe un tems & un travail dont on pourroit faire un meilleur usage : les mauvaises raisons qu'on s'efforce de faire valoir, séduisent toujours quelqu'un. L'honneur des sciennes & la vérité ne peuvent que souffrir de cette malheureuse obstination.

Toutes les qualités dont j'ai parlé, & qui font, selon mon avis, le bon Observateur, me paroissent également nécessaires au Physicien qui s'applique aux Expériences : car il n'entreprend rien qu'il

n'ait des vûes ; toutes ses tentatives demandent à être conduites avec intelligence : les instructions qu'il cherche dépendent des résultats de ses opérations, & des conséquences qu'il en sçaura tirer : dans quel Art faut-il plus de patience, plus d'attention, plus de discernement, plus d'imagination, plus de prudence ?

Je dis qu'on a des vûes, & qu'on doit en avoir quand on entreprend de nouvelles Expériences ; mais ces vûes ne doivent nous permettre que de simples soupçons, ou tout au plus des suppositions, pour lesquelles il ne faut prendre aucun attachement, aucune prédilection, afin qu'on soit toujours prêt à les abandonner, si les faits ne concourent point à les vérifier, ou du moins à les rendre très-plausibles. Cependant aujourd'hui que la Physique Systématique est tombée dans un grand discrédit, parce qu'on a reconnu qu'il y avoit beaucoup d'abus, je crois qu'on blâme aussi d'une maniere trop générale & trop sévere ce qui s'appelle hypothese : j'ose dire qu'on peut & que l'on doit s'en permettre, si l'on se contente de concevoir des possibilités, pour les soumettre à l'expérience, & apprendre par cette voie

ce qu'elles peuvent avoir de réel. Si l'on me conteste cette regle de conduite, je puis l'autoriser sur l'exemple des plus grands Maîtres : je demande avec l'illustre Auteur du *Traité sur la Glace*, (*a*) si Newton n'avoit point une hypothese dans la tête, lorsqu'il mettoit les rayons solaires à toutes sortes d'épreuves ; & s'il n'avoit pas conçu que les couleurs pouvoient être des propriétés de la lumiere, lorsque, le prisme à la main, il cherchoit à s'en assûrer ?

Je porte plus loin encore mon indulgence pour les conjectures : comme on ne peut pas toujours suivre par des épreuves, ce que l'on a imaginé qui pourroit être, parce que l'on manque de tems, d'occasions, ou de commodités, je ne voudrois pas qu'on ensevelît dans le silence & dans l'oubli, des pensées ingénieuses qu'on auroit rencontrées : en ne les donnant que pour ce qu'elles sont, en les laissant dans la classe des vraisemblances, on ne fait aucun tort aux vérités bien constatées, & l'on inspire souvent à d'autres qui en ont & le loisir & le pou-

(*a*) Voyez dans un excellent Discours, qui sert de Préface à cet Ouvrage réimprimé en 1749, ce que l'on doit penser des Systêmes.

voir, la volonté de les examiner & d'en faire connoître la juſte valeur. Si M. Franklin ſe fût contenté de penſer qu'on pourroit peut-être tirer du Feu Electrique d'un nuage orageux par le moyen d'une verge de fer dreſſée en l'air, & qu'il n'en eût rien dit, comme il n'en a rien fait, ſelon toute apparence, nous en ſerions encore réduits au ſimple ſoupçon que nous avions formé avant lui ſur l'identité de la Matiere électrique avec celle du Tonnerre, au lieu que nous en ſommes sûrs maintenant; parce qu'en entrant dans la penſée de cet ingénieux Phyſicien, on a pris la peine d'exécuter ce qu'il n'avoit fait que propoſer.

Mais après ces ménagemens pour les hypotheſes raiſonnables, je paſſe condamnation pour toutes celles qu'une imagination trop hardie prend plaiſir à fabriquer & à multiplier de ſa pleine autorité, pour en former un corps de doctrine, avant que de ſçavoir comment elles quadreront avec les faits que pourront fournir l'Obſervation & l'Expérience. Pour l'ordinaire ceux qui nous offrent de pareils ſyſtêmes, s'expriment d'une maniere impérieuſe, qui nous laiſſe à peine la liberté de douter, comme ſi la force

des mots pouvoit procurer aux pensées la justesse & la solidité qu'elles n'ont pas : le ton & les expressions peuvent en imposer au vulgaire ; mais aux yeux des connoisseurs on n'en est que plus ridicule. Que ces exemples, quand il s'en trouvera, nous servent de leçons; qu'ils nous apprennent à ne rien imaginer, ni gratuitement, ni trop légerement ; & s'il nous arrive de mêler des probabilités avec des certitudes, ne parlons pas des unes & des autres avec une égale confiance.

Les mêmes intentions qu'on avoit en commençant les Expériences, doivent subsister pendant tout le tems qu'elles durent ; autrement il est impossible de bien conduire son travail. Ayez donc constamment votre objet en vûe ; écartez de vos manipulations tout ce qui peut les rendre inutilement plus difficiles, plus embarrassantes, plus dispendieuses, ou vous donner des résultats équivoques. Sur-tout ne vous rebutez pas de la longueur, de la délicatesse des opérations, de l'assiduité qu'elles éxigent, des accidens & des doutes qui vous obligeront à les recommencer.

Il arrive souvent qu'une Expérience

entreprise dans certaines vûes, donne occasion à des remarques d'un autre genre ; si nous nous arrêtions à tout ce qui se rencontre ainsi, jamais nous n'arriverions à aucune des connoissances que nous nous proposons d'acquérir, parce que dans ces recherches incidentes, comme dans les premieres, il se trouveroit encore des causes de diversion ; nous changerions perpétuellement d'objets, sans jamais en suivre aucun. Il est bon de remarquer en passant ce qui mérite attention, pour y revenir une autre fois ; mais on doit de préférence aller à son premier but.

Toutes les fois qu'une Expérience peut s'exécuter simplement & à peu de frais, c'est de cette maniere qu'il la faut faire. Un appareil pompeux peut être admis pour représenter avec éclat des effets déjà connus ; j'approuve beaucoup l'élégance des instrumens, dont on meuble aujourd'hui nos Ecoles & les Cabinets des amateurs : quoique les faits qu'on y démontre ne doivent rien de leur certitude, ni de leur utilité, à la décoration qu'on y met, cependant lorsqu'on les présente avec plus de grace, on peut espérer qu'ils intéresseront davantage. Mais je

parle ici des Expériences que l'on tente dans son particulier, & dont on ignore encore quel sera le succès; plus on y fera entrer de préparations & de moyens, plus on aura à craindre de prendre le change sur la vraie cause des effets. En multipliant les circonstances, on s'engage à partager entre un grand nombre d'objets son attention, qui en devient d'autant plus foible pour chacun d'eux. Si l'on employe une grande quantité de matieres, lorsqu'une moindre suffit; si l'on fait les frais de vaisseaux précieux, de machines bien fines, avant que d'avoir fait des essais qui en garantissent l'utilité, on se jette dans des dépenses superflues & souvent on se met par-là hors d'état d'en faire d'autres qui seroient nécessaires, ou bien on en perd tout-à-fait le goût.

S'il faut beaucoup de patience pour observer, en faut-il moins pour faire des Expériences, lorsqu'elles demandent à être exécutées avec lenteur, & que leur réussite dépend d'une certaine dose, d'une mesure bien exacte, d'un degré de feu toujours égal, ou de quelqu'autre précision incommode ou difficile à saisir? La préparation du Phosphore d'urine se

trouvoit décrite depuis long-tems dans preſque tous les Livres de Phyſique ; malgré cela, cette opération, il y a vingt ans, étoit encore un ſecret réſervé à deux ou trois Artiſtes, quoique nos plus habiles Maîtres euſſent entrepris bien des fois de les imiter : c'eſt que ce travail eſt très-long, & qu'il exige les attentions les plus fines de l'Art, & celles qu'on nomme des *tours de main*, parce qu'elles viennent moins de la réflexion que du haſard, de la dextérité, ou de l'habitude (*a*). Depuis Borrichius l'inflammation des huiles eſſentielles par l'eſprit de nitre paſſoit pour une Expérience auſſi difficile que curieuſe ; il paroît même que ceux qui réuſſiſſoient à la faire, ne ſe renfermoient pas rigoureuſement dans les termes du Problême, puiſqu'ils mêloient l'acide vitriolique avec l'acide nitreux : à force de réflexions & d'eſſais, un de nos meilleurs Chymiſtes (*b*) nous a appris depuis quatre ans, que pour opérer à

(*a*) Voyez un Mémoire de M. Hellot, dans le Vol. de l'Académie Royale des Sciences, pour l'année 1737.

(*b*) Conſultez un Mémoire de M. Rouelle, dans le Vol. de l'Académie Royale des Sciences, pour l'année 1747.

coup sûr, il suffit de verser l'esprit de nitre à plusieurs reprises. Il faut avouer que le succès de cette Expérience tient à bien peu de chose, & que ceux qui l'ont manquée, pour avoir versé tout d'une fois, ont essuyé une disgrace un peu forte pour une faute si légere. Le dégoût est encore plus grand & moins mérité, lorsqu'ayant surmonté toutes les difficultés qui se rencontrent dans le cours d'une opération, le Physicien la voit manquer par un accident imprévû qui la rend nulle, & qui oblige à la recommencer.

Mais je suppose qu'avec beaucoup de patience, d'attention & d'adresse, nous ayons le bonheur d'arriver au but que nous nous étions proposé, nous en tiendrons-nous à une seule épreuve? Quelque certain que nous paroisse un premier résultat, il ne doit pas nous suffire pour former une décision de quelque importance: lorsqu'on veut être bien instruit d'une affaire, se contente-t-on d'entendre un seul témoin, s'il y en a plusieurs qui puissent déposer du même fait? Nous répéterons donc plusieurs fois la même Expérience, pour voir si l'effet qu'elle a montré d'abord se soutient constamment; & nous varierons nos procédés,

pour ſçavoir ſi ce que nous croyons avoir appris, réſulte unanimement des uns & des autres, imitant en cela l'inſtinct de la Nature, qui fait agir pluſieurs de nos ſens enſemble, pour nous faire mieux juger des objets qu'il nous importe de connoître.

La vie & les facultés d'un homme ne ſuffiroient pas pour répéter généralement toutes les Expériences qui viennent à ſa connoiſſance : on eſt ſouvent obligé de s'en repoſer ſur la foi d'autrui : mais, pour ne point donner ſa confiance au haſard & trop légérement, il faut la régler ſuivant le mérite des Auteurs, & le ſoin qu'ils ont pris de nous motiver ce qu'ils nous propoſent à croire. Il n'eſt pas prudent de ſe rendre au premier mot de ceux qui ne ſe ſont point encore fait connoître ; & quant aux Maîtres de l'Art qui pourroient en impoſer par leur réputation, ce ſeroit en quelque façon en abuſer, s'ils ſe diſpenſoient de dire comment ils ſont arrivés à tel ou tel réſultat. Tout Phyſicien qui veut faire part de ſes découvertes, doit donc expoſer en détail de quelle maniere il a conduit ſes Expériences, dans quelles circonſtances il les a faites, & tous les effets qu'il a apperçus, avec

leur nombre, leur grandeur, leurs différences, &c. & n'en supprimer que ce qui est visiblement inutile & capable de produire une fastidieuse prolixité.

Si ce n'est qu'à ce prix qu'on peut se faire croire en Physique, on doit sentir combien il est important de ne souffrir dans son travail aucune négligence, aucune manipulation vicieuse, qui puisse le rendre suspect. Ne nous mettons jamais dans le cas de dire, que nous n'avons pas vû par nous-mêmes les effets que nous annonçons : si nous nous faisons aider, soyons témoins de tout; qu'une révision bien exacte nous mette en droit de parler avec certitude de ce que l'on aura découvert en suivant nos vûes & sous notre direction; ne nous fions pas à notre mémoire, encore moins à celle des autres : dans une suite d'opérations, il y a tant à observer, tant à retenir, que le parti le plus sûr & le plus commode, est d'en tenir compte par écrit.

Après avoir exposé les principaux devoirs d'un Observateur & ceux d'un Physicien qui étudie la Nature par la voie des Expériences, je ne dois pas laisser ignorer qu'il faut à l'un & à l'autre, avec beaucoup de loisir & de santé, une

main adroite, un coup d'œil ſûr, une grande connoiſſance des machines, & des reſſources pour s'en procurer. La dépenſe qu'exige l'acquiſition des Inſtrumens néceſſaires, & la difficulté de les faire conſtruire dans les lieux où l'on manque d'Ouvriers capables, eſt ſans doute un des plus grands obſtacles que l'on ait à ſurmonter dans la phyſique expérimentale; mais leur choix, leur uſage, leur entretien cauſent un tourment perpétuel à quiconque ne les connoît pas auſſi-bien, je devrois dire mieux, que l'Artiſte qui les a faits. Tous ces organes ont été imaginés par des Phyſiciens qui ont vécu en différens tems, & qui ont eu différentes vûes; chacun d'eux y a fait les changemens qu'il a jugé les plus convenables, ſuivant ſes lumieres. Il faut donc ſçavoir peſer les raiſons qui ont déterminé ces Auteurs, pour ſe fixer à telle ou telle conſtruction; il faut juger qui eſt celui d'entr'eux qui a le mieux penſé.

Ce n'eſt point aſſez qu'une machine ſoit exacte quand on la reçoit; il faut qu'elle ſoit conſtruite de maniere à conſerver ſa juſteſſe dans l'uſage qu'on en fait. La meilleure balance devient fauſſe

ſi le fléau trop foible ou trop chargé, vient à plier ſous les poids qu'on lui fait porter, parce qu'il eſt comme impoſſible que quand il ſe courbe, les deux points de ſuſpenſion, en ſe rapprochant du centre de leur mouvement, conſervent avec lui une parfaite égalité de diſtance; un excellent Thermométre devient inutile ou trompeur dans un froid exceſſif, qui fait ſortir l'air contenu dans les pores de la liqueur; cet accident en dérange tout-à-fait la marche. Le Phyſicien intelligent ne ſe contentera donc pas du bon choix qu'il aura fait de ces inſtruments; il aura ſoin de ne peſer avec le premier, que des quantités de matiere proportionnées à ſa force, & de ne porter l'autre que dans des refroidiſſements incapables de le déranger : ou bien il en aura pluſieurs du même genre, mais d'eſpeces ou de grandeurs différentes, pour les aſſortir aux uſages auxquels ils ſeront propres. Les deux exemples que je viens de citer doivent faire comprendre dans combien de cas de pareilles précautions ſont néceſſaires.

Mais ce que l'on trouvera peut-être de plus pénible & de plus embarraſſant dans l'Art des Expériences, c'eſt l'en-

tretien & la réparation des Machines. Les unes sont extrêmement fragiles, à cause de la transparence qu'on est bien-aise qu'elles ayent. Quand elles périssent il faut attendre long-tems pour en tirer d'autres de la Verrerie ; heureux celui qui sait assujettir son Expérience à ce qu'il trouve tout fait dans le magasin d'un Fayancier, & adapter à la physique des vaisseaux préparés pour un usage plus commun. Les autres sont d'une construction délicate qui demande beaucoup de ménagement : celles-ci sont tellement compliquées, qu'il est difficile d'appercevoir par où elles manquent ; celles-là doivent leur exactitude à des cuirs gras ou mouillés qui se dessechent ; enfin la rouille, le vert de gris, l'action même des matieres qu'on employe, ou sur lesquelles on travaille, sont autant de dangers contre lesquels il faut savoir être continuellement en garde : de sorte que pour n'être pas rebuté des difficultés qui se rencontrent dans la Physique expérimentale, il faut être presqu'autant initié dans les Arts méchaniques que dans la connoissance des effets naturels.

Comme il est à souhaiter que les Commençans qui cherchent à s'instruire

par la lecture des Ouvrages de Physique, entendent les expressions de Géométrie & d'Algebre, qu'on y employe très-communément aujourd'hui, nous devons regarder aussi comme une chose nécessaire à celui qui veut étendre les progrès de la Physique, de posséder assez ces deux Sciences, pour s'en aider dans ses recherches, & pour évaluer ses découvertes : il y aura sans doute bien des occasions où il sera réduit au regret de n'en pouvoir faire usage ; mais dans celles-là même l'Esprit géométrique l'empêchera de s'écarter du vrai, en suivant des routes détournées, & lui fera voir les *à peu près* avec plus de justesse. Partout ailleurs les combinaisons, la mesure & le calcul, lui apprendront d'avance ce qu'il peut attendre de son travail, lui ouvriront de nouvelles vûes, & l'empêcheront de prendre de fausses apparences pour des réalités.

Après avoir recommandé de très-bonne foi l'application de la Géométrie à la Physique, après avoir reconnu de même que l'étude de la Nature n'a commencé que depuis cette heureuse union à faire de véritables progrès, oserois-je dire qu'il est dangereux pour un

Phyſicien de prendre beaucoup de goût à la Géométrie ? On ne manquera pas de m'oppoſer des exemples vivants, qui me prouveront ſans replique qu'on peut être en même tems excellent Géometre & très-habile Phyſicien ; mais ces bons modeles ſont-ils toujours imités ? Pour un petit nombre de ces Génies ſages, à qui la gloire d'exceller dans une Science exacte n'a pas fait perdre le goût d'une étude, où l'on ne trouve preſque jamais, ni préciſion, ni certitude complette, & qui n'ont recours aux calculs, & aux expreſſions Géométriques, que quand l'importance des queſtions, la nature, la néceſſité des preuves le demandent : combien n'en voyons-nous pas qui ne peuvent plus deſcendre des hautes ſpéculations où ils ſe ſont élevés, qui dédaignent tout ce qui eſt au-deſſous ! Combien d'autres qui n'ont pas tant de chemin à faire pour ſe mettre au niveau du commun, ſe plaiſent à rendre en caracteres Algébriques, des vérités qui ne perdroient rien de leur valeur, quand elles ſeroient exprimées d'une maniere intelligible à tout le monde ! De tels Ecrits bien appréciés montrent aſſez clairement, que le peu

de Physique qui s'y trouve a servi de prétexte à une autre Science, dont on a voulu faire parade.

Qu'il me soit permis, en finissant ce Discours, de faire des voeux pour certaines qualités du cœur, d'où dépendent, selon moi, le principal mérite & la plus solide satisfaction du Physicien. Je voudrois qu'il aimât la vérité par-dessus tout, & que dans ses études, il eût toujours en vûe l'utilité publique : animé par ces deux motifs il ne produira rien qu'il ne l'ait examiné avec la plus grande sévérité ; jamais une basse jalousie ne lui fera nier ou combattre ce que les autres auront fait de bien : la vanité de paroître inventeur ne l'empêchera pas de suivre ce qui aura été commencé avant lui ; & ne le portera pas à s'occuper de frivolités brillantes, plutôt que de s'abaisser à des recherches utiles qui auroient moins d'éclat aux yeux du vulgaire.

Oui, je fais mille fois plus de cas de ces zélés Citoyens qui appliquent leurs lumieres & leurs talens à rendre potable l'eau qui ne l'est pas, à maintenir dans son état naturel celle qu'on embarque par provision, à purifier l'air dans les lieux

lieux où il est ordinairement mal-sain, à rendre la Boussole d'un service plus sûr, à perfectionner la culture des terres, à conserver le produit des moissons, quoique tous ces objets ayent été entamés ; que de ces Sçavants orgueilleux, qui cherchent à nous éblouir par la grandeur apparente, mais souvent imaginaire, ou par la singularité des sujets qu'ils entreprennent de traiter. Est-il un homme sensé qui puisse voir sans admiration, sans reconnoissance, un Philosophe illustré par les travaux les plus applaudis, & jouissant depuis long-tems de la réputation la plus grande & la mieux méritée, appliquer une partie de ses connoissances & de ses talens aux soins d'une ménagerie, quand il croit y voir un nouveau moyen de procurer l'abondance ? Au risque de passer pour un simple imitateur dans l'esprit des gens mal instruits, il consacre généreusement à ces utiles recherches, des années de méditations & d'essais, pendant lesquelles il eût pû se flatter de pénétrer les secrets de la Nature qui piquent le plus la curiosité des hommes.

C'est sur ces grands exemples que je voudrois voir les nouveaux Physiciens

se former ; si les forces nous manquent pour atteindre à cette supériorité de lumieres qui distingue ces hommes rares, allons aussi loin que nous le pourrons en marchant sur leurs traces , & surtout ayons la noble émulation de les égaler dans leurs vertus.

Fin du Discours.

EXPLICATIONS

De quelques termes de Géométrie employés dans cet Ouvrage.

AIRE, ſuperficie ou eſpace enfermé dans une figure quelconque ; l'aire du cercle, par exemple, eſt l'étendue qui eſt terminée par la circonférence.

ANGLE, ouverture de deux lignes qui ſe rencontrent en un point comme *AC*, *BC*, *fig.* 1. Le point de concours ſe nomme le *ſommet* ou la *pointe* de l'angle. On diſtingue principalement trois ſortes d'angles : ſçavoir, l'angle *aigu*, l'angle *droit*, & l'angle *obtus* : l'angle aigu eſt celui dont l'ouverture embraſſe moins que le quart d'un cercle qui auroit pour centre le ſommet de l'angle, comme *ACB*, *fig.* 1. L'angle droit eſt celui dont l'ouverture embraſſe juſtement un quart de cercle, comme *ACD* ; & l'angle obtus eſt celui dont l'ouverture eſt plus grande qu'un quart de cercle, comme *ACE*.

ANGULAIRE, qui a un ou pluſieurs angles.

ANGULEUX, ce terme eſt quelquefois employé pour ſignifier qu'un corps eſt tranchant par pluſieurs endroits.

ARC, partie de la circonférence d'un cercle. Comme toute cette ligne eſt diviſée en 360 parties égales, les arcs ſe diſtinguent entr'eux par le nombre de ces parties ou degrés qu'ils contiennent; ainſi l'on dit, un arc de 10, de 30, de 50 degrés. Celui qui en contient juſtement 90, ſe nomme plus ordinairement *quart de cercle*; comme lorſqu'il en a 180, on l'appelle communément *demi-cercle* : tels ſont les arcs, *ABD*, *ADF*, *fig.* 1. On donne auſſi le nom d'arc aux parties de toutes les autres courbes qui ne ſont point circulaires : on dit l'arc d'une parabole, d'une ellipſe, &c.

ATMOSPHERE, vapeurs, ou exhalaiſons qui ſortent d'un corps, & qui l'entourent uniformément juſqu'à une certaine étendue ; ce mot s'entend communément de la maſſe d'air qui enveloppe le globe terreſtre, & qui reçoit tout ce qui s'exhale continuellement de la terre.

AXE, ligne droite qu'on ſuppoſe immobile pendant que le corps qu'elle traverſe fait ſa révolution autour d'elle.

L'axe d'une ſphere ou d'un globe, eſt une ligne droite qui paſſe au centre, & qui aboutit à deux points oppoſés de la ſurface, qu'on nomme *pôles*. L'axe d'un cône eſt auſſi une ligne droite qui commence au ſommet, & qui aboutit au centre de la baſe, comme *IK*, *fig.* 2.

BASE, ce qui ſert de fondement & d'appui à quelque corps ou à quelque machine ; on appelle la baſe d'un cône ou d'une pyramide, le plan le plus bas qui les termine, comme le cercle repréſenté par *LMK*, *fig.* 2.

CENTRE, milieu, ou l'endroit qui eſt également diſtant de toutes les parties oppoſées & correſpondantes d'un même corps. Le centre du cercle eſt un point également éloigné de tous ceux qui compoſent la circonférence, comme *C*, *fig.* 1. Le centre d'une ſphere ou d'un globe, eſt le point qui eſt également diſtant de toute la ſuperficie. On donne quelquefois le nom de centre à un point qui n'eſt pas également diſtant de tous ceux qui terminent la figure ; il ſuffit qu'il partage en deux parties égales tous ſes diametres : ainſi *P* peut être regardé comme le centre de l'ellipſe repréſentée par la *fig.* 3.

CERCLE, figure déterminée par une ligne courbe, dont tous les points *A*, *D*, *F*, *G*, &c. ſont également diſtans d'un autre point *C*, qu'on nomme *le centre*, *fig.* 1. On eſt convenu de diviſer tout cercle, petit ou grand, en 360 parties égales, qu'on nomme *degrés*; de ſorte que ces parties ſont toujours proportionnelles, c'eſt-à-dire, plus grandes dans les grands cercles, plus petites dans les plus petits, mais toujours en même nombre dans les uns & dans les autres. Chaque degré ſe ſubdiviſe en 60 *minutes*, chaque minute en 60 *ſecondes*, & chaque ſeconde en 60 *tierces*. Dans la ſphere on diſtingue deux ſortes de cercles, les grands & les petits. Les premiers ſont ceux dont le diametre paſſe au centre même de la ſphere, tels ſont l'Equateur, l'Horizon, le Zodiaque, &c. On appelle petits cercles, ceux dont le plan ne partage pas la ſphere en deux parties égales; ou, ce qui eſt la même choſe, dont le centre n'eſt pas le même que celui de la ſphere: tels ſont les cercles polaires, & les deux tropiques.

CIRCONFÉRENCE, ligne courbe qui rentre ſur elle-même, qui termine & renferme un certain eſpace; telle eſt la

ligne *QTRS*, *fig.* 3. ou *ADFG*, *fig.* 1. On confond aſſez ſouvent le cercle avec ſa circonférence ; cependant, à parler exactement, la circonférence eſt une ligne qui termine, & le cercle eſt l'eſpace terminé.

CIRCULAIRE, qui a la forme d'un cercle, ou qui ſe fait en tournant autour d'un centre : le mouvement d'une fronde eſt circulaire.

CONCAVE, qui eſt creux & rond : le dedans d'une calotte ou d'un chapeau eſt concave.

CONCENTRIQUE, qui a le même centre ; le cercle *n o h*, *fig.* 4 eſt concentrique à *N O H*, parce que le centre *C* eſt commun aux deux.

CONE, corps ſolide formé par la révolution d'une ligne droite fixée par un bout, & qui décrit par l'autre un cercle dont le rayon eſt plus petit qu'elle ; c'eſt la forme qu'on donne communément aux pains de ſucre : *voyez la fig.* 2. Le point *I* ſe nomme le *ſommet* ou la *pointe* du cône ; la ligne *I K*, ſon *axe* ; & le cercle *LMK*, ſa *baſe*.

CONIQUE, qui a la figure d'un cône, ou qui appartient au cône ; les différentes figures qui naiſſent de la coupe

d'un cône, ſe nomment *ſections coniques.*

CONVERGENTS, ſe dit de deux rayons de lumiere qui tendent à ſe réunir en un point. Si *A C*, *B C*, *figure* 1. étoient deux rayons de lumiere qui partiſſent des points *A* & *B*, leur *convergence* ſeroit en *C*, & le degré de cette convergence ſeroit exprimé par la valeur de l'angle *A C B.*

CONVEXE, courbé ou cintré comme la ſurface extérieure d'un globe.

CORDE, en terme de Géométrie, eſt une ligne droite dont les extrêmités terminent un arc de cercle comme *N O*, *fig.* 4. Cette ligne ſe nomme auſſi *ſoutendante.* Si l'arc qu'elle meſure étoit la moitié de la circonférence, ou bien ſi elle paſſoit au centre du cercle, alors elle ſe nommeroit *diametre.*

COURBE, ſe dit d'une ligne dont toutes les parties ne ſont pas dans la même direction, telle que l'arc *ABD*, *fig.* 1. On appelle auſſi ſurface courbe, celle dont toutes les parties ne ſont pas dans le même plan; telle eſt celle d'un globe, d'un cylindre, &c.

CUBE, corps ſolide régulier, terminé par ſix faces quarrées & égales : les dez à jouer ſont de petits cubes : *voyez la fig.* 5.

CUBIQUE, qui a les dimenſions d'un cube ; un pied cubique exprime une quantité de matiere contenue ſous ſix faces, dont chacune eſt d'un pied en quarré.

CURVILIGNE, qui eſt compoſé de lignes courbes.

CYLINDRE, eſt un ſolide compoſé de pluſieurs plans circulaires, égaux & concentriques : le premier & le dernier de ces cercles prennent le nom de *baſe*, & la ligne *A B* qui paſſe par tous les centres, ſe nomme l'*axe* du cylindre. *Voyez la fig.* 7.

CYLINDRIQUE, qui a la forme ou les dimenſions d'un cylindre ; ce qui doit s'entendre d'une cavité, comme d'un corps ſolide. Un corps de pompe doit être intérieurement bien cylindrique.

DIAGONALE, ligne droite qui va d'un angle à l'autre oppoſé, dans une fi ure à pluſieurs côtés ; telle eſt *V X*, *fig.* 6.

DIAMETRE, ligne droite qui partage un cercle en deux parties égales, comme *G D*, *fig.* 1. On appelle auſſi de ce nom les lignes qui paſſent par le centre des autres figures ; comme *S T*, *fig* 3. ou *V X*, 6. On meſure les cercles par

leurs diametres, comme auſſi toutes les figures, & tous les corps réguliers qui ſont composés de cercles; ainſi l'on compare les cylindres & les ſpheres par leurs diametres.

DIVERGENS, ſe dit de deux rayons de lumiére qui partent d'un même point & qui vont en s'écartant l'un de l'autre, comme *CA*, *BC*, partant du point *C*, *fig.* 1. La *divergence* ſe meſure par la valeur de l'angle que font les rayons en s'écartant.

EQUILATERAL, qui a ſes côtés égaux, tel eſt le triangle *CDF*, *fig.* 8. composé de trois lignes égales; celui des côtés ſur lequel le triangle eſt poſé, ſe nomme ſa *baſe*, & l'angle qui eſt opposé, s'appelle le *ſommet*.

EXAGONE, qui a ſix côtés ou ſix faces: on dit un plan exagone, une pyramide exagone.

EXCENTRIQUE, qui n'a pas le même centre; le cercle *o h i*, *fig.* 4. eſt excentrique aux deux autres de la même figure, parce que ſon centre *D* n'eſt pas le même que le leur qui eſt en *C*; & la diſtance qui eſt entre *C* & *D*, eſt la meſure de cette *excentricité*.

GLOBE, eſt un ſolide régulier,

dont tous les points de la ſurface ſont également diſtans d'un centre commun, *fig.* 9.

GLOBULE, petit globe : on ſe ſert ſouvent de ce mot pour ſignifier un petit corps rond dans tous les ſens ; le mercure en ſe diviſant ſe met en globules ; les petites parties d'air paroiſſent dans l'eau en forme de globules.

HEMISPHERE, moitié de ſphere ou de globe : on entend aſſez ſouvent par ce mot, cette partie de la terre qui eſt bornée par l'horizon rationel ; le Soleil éclaire tous les jours notre hémiſphere.

HORIZONTAL, paralléle à l'horizon : ce mot déſigne la poſition d'un plan ou d'une ligne.

INCIDENCE, ſignifie la chûte ou la direction d'une ligne ſur une autre ligne ou ſur un plan : on appelle *angle d'incidence*, celui qui eſt formé par cette rencontre.

LIGNE, eſt une ſuite de points qui ſe touchent : s'ils ſont dans la même direction, ils forment une *ligne droite*, comme *EF*, *fig.* 10 ; ſinon ils ſont une *ligne courbe*, comme *EGF*. On conçoit toutes les lignes courbes comme des aſſemblages de lignes droites infiniment

petites, inclinées les unes aux autres; *Ef*, *fg*, *gh*, *ik*, &c. *fig.* 10. En ce ſens il n'y a point de ligne courbe proprement dite.

OBTUS, ſe dit d'un angle qui a plus de 90 degrés. *Voyez* ANGLE.

PARALLELE, ſe dit d'une ſurface ou d'une ligne qui, dans toute ſon étendue, eſt également diſtante d'une autre ligne ou d'une autre ſurface. Les lignes *Xx* & *Vu*, de la *fig.* 6. ſont paralléles entr'elles.

PARALLELOGRAMME, figure plane dont les côtés oppoſés ſont paralléles entr'eux : telle eſt la *fig.* 6.

PENTAGONE, figure plane, terminée par cinq côtés.

PERPENDICULAIRE, en parlant d'une ligne ou d'une ſuperficie, ſignifie qu'elle ſe préſente à une autre ligne ou ſurface, de maniére qu'elle fait avec elle deux angles droits, ou au moins un; la ligne *HI*, *fig.* 11. eſt perpendiculaire à *LM*.

PLAN, étendue ou ſuperficie droite & unie, terminée par une ou par pluſieurs lignes droites ou courbes : la *fig.* 1. repréſente un plan circulaire, la *fig.* 6. repréſente un plan quarré.

POINT, étendue fort petite, dont

on confond les dimenſions.

POLE, l'une des extrêmités de l'axe autour duquel ſe font des révolutions. Les pôles du Monde ſont les deux points immobiles autour deſquels ſe fait le mouvement de toute la ſphere.

POLYGONE, figure qui a pluſieurs côtés ; c'eſt le nom générique dont les eſpeces ſont, le triangle, le quarré, le pentagone, l'exagone, &c.

PRISME, corps ſolide terminé aux deux bouts par des plans polygones, égaux, ſemblables & paralléles, & dans ſa longueur, par autant de parallélogrammes qu'il y a de côtés aux deux polygones qu'on nomme les *baſes*. Quand ces deux baſes ſont des triangles, le priſme ſe nomme *triangulaire*, tel eſt celui qui eſt repréſenté par la *fig.* 12.

PRISMATIQUE, qui a la figure d'un priſme, ou qui a quelque rapport au priſme : on appelle *verres priſmatiques*, ceux dont on ſe ſert pour ſéparer les rayons de la lumiére : on appelle auſſi quelquefois *couleurs priſmatiques*, les rayons colorés de lumiére, qu'un priſme de verre fait appercevoir.

PYRAMIDE, corps ſolide qui a pluſieurs faces, & qui s'éleve en diminuant,

fig. 13. Le cône peut être regardé comme une pyramide ronde.

QUADRILATERE, figure terminée par quatre lignes droites. La *figure* 6. est un quadrilatère régulier.

QUARRÉ, figure à quatre côtés, qui a les quatre angles droits : si les quatre côtés sont égaux, elle se nomme *quarré parfait* ; s'il y en a deux longs & deux courts, qui soient opposés entr'eux, elle se nomme *quarré long* ; la *fig.* 6. est de la premiere espéce.

RAYON, en parlant d'un cercle, est une ligne droite tirée du centre à la circonférence ; telle est *CB* ou *CD*, *fig.* 1. Le rayon du cercle s'appelle aussi *demi-diamétre.*

RECTANGLE, se dit d'une figure qui a un ou plusieurs angles droits : le triangle *VXu*, *fig.* 6, est rectangle, parce que l'un de ses angles *u* est droit.

RECTILIGNE, qui est composé de lignes droites ; les deux triangles, ou le quarré de la *fig.* 6. sont des figures rectilignes.

SECTEUR, est un triangle formé par un arc & par deux rayons : tel est *ABC*, *fig.* 1. Le secteur d'une sphère est un cône droit, dont la base aboutit au plan d'un segment.

SEGMENT, eſt une portion d'une figure curviligne, terminée par un arc & par une corde; *OZN*, *fig.* I. eſt un ſegment de cercle. On dit auſſi *ſegment de ſphère*, pour exprimer la partie qui eſt contenue ſous une portion de la ſurface convexe, & ſous un plan qui ne paſſe point par le centre; c'eſt en quoi le ſegment différe de l'hémiſphère.

SINUS, eſt une ligne droite qu'on tire de la pointe d'un arc de cercle, perpendiculairement ſur le diamétre qui paſſe par l'autre bout du même arc, & celui-là s'appelle *ſinus droit*: comme *HK*, *fig.* I; mais la partie du diamétre coupé par le ſinus droit juſqu'à la circonférence, s'appelle *ſinus verſe* ou *fléche*, *KG*; & le rayon entier, ou demi-diamétre, eſt le *ſinus total*, ou le plus grand de tous les ſinus.

SPHERE. Voyez GLOBE.

SPHÉRIQUE, qui a la figure d'une ſphère, comme une balle parfaitement ronde de toutes parts.

SPHÉROÏDE, corps ſolide qui approche beaucoup de la figure ſphérique, mais qui n'eſt pas parfaitement rond de toutes parts, n'ayant point tous ſes diamétres égaux; telle eſt la figure

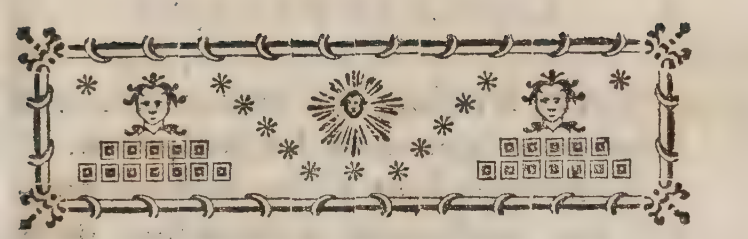
qu'on attribue maintenant à la Terre.

TRIANGLE, figure comprise sous trois lignes qui forment trois angles, *CDE*, *fig.* 8. Les triangles reçoivent différens noms, suivant la nature des lignes & des angles qui les composent. Ainsi l'on appelle triangle *rectiligne* celui qui est composé de lignes droites; *curviligne*, celui qui est formé par des lignes courbes; *mixte*, celui dont les côtés sont en partie droits & en partie courbes; *rectangle*, celui qui a un angle droit; *équilatéral*, celui dont les trois côtés sont égaux, &c.

VERTICAL, se dit de ce point du Ciel qui répond directement au-dessus de notre tête, ce que l'on nomme autrement *Zénith* : une ligne qui tombe à plomb de ce point, est nécessairement perpendiculaire à l'horizon; c'est pourquoi l'on se sert quelquefois de ce mot pour exprimer une direction qui tombe à angles droits sur un plan horizontal.



LEÇONS



LEÇONS DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE.



PREMIERE LEÇON.

PRÉLIMINAIRE.



A Physique est la ſcience des corps : ſon objet eſt de les connoître par leurs propriétés, par les effets qu'ils préſentent à nos ſens, & par les loix ſelon leſquelles s'exercent leurs actions réciproques. C'eſt en quoi principalement elle differe de l'Hiſtoire Naturelle, qui nous apprend ſeulement quelles ſont

I. LEÇON.

les productions de la nature, & les différences ſenſibles qui les caractériſent ſelon leurs genres & leurs eſpeces.

Nous appellons *Corps naturels* toutes les ſubſtances matérielles dont l'aſſemblage compoſe l'univers. Ce que nous remarquons en elles d'uniforme & de conſtant, dont nous n'appercevons pas les cauſes, nous le nommons *propriété* ; & nous partons delà comme d'un point fixe, pour expliquer les différens phénomenes, ſans oſer aſſurer que ce que nous donnons pour premiere cauſe phyſique, ne ſoit l'effet d'un autre principe qui nous eſt inconnu.

Si nous étions certains d'avoir entiérement pénétré la nature des corps, ſi nous ſavions, à n'en point douter, qu'ils n'ont point d'autres propriétés que celles qui ſont déjà parvenues à notre connoiſſance, nous pourrions nous flatter avec raiſon d'en avoir une idée complette, & nous n'aurions plus que des applications à faire pour rendre raiſon des effets naturels, qui ſont l'objet de notre étude. Mais il s'en faut bien que nous puiſſions le préſumer ; rien ne nous met

en droit de faire une pareille ſuppoſition ; l'expérience qui nous a appris ce que nous ſavons de ces propriétés des corps, bien loin de nous dire qu'elle n'a plus rien à nous faire connoître, ſemble au contraire nous annoncer une ſource intariſſable de nouvelles découvertes, par celles mêmes que nous faiſons tous les jours.

Quoique la Phyſique ne puiſſe pas ſe vanter de ſavoir tout ce que les corps ont de commun entr'eux, ou tout ce qu'il y a de particulier en chacun ; elle connoît cependant un certain nombre d'attributs, qu'elle regarde comme primitifs juſqu'à ce qu'elle apperçoive une cauſe premiere dont ils ſoient les effets, & qui ſe trouve généralement & d'une maniere abſolue dans tout ce qui eſt matiere. *Telles ſont*, par exemple, *l'étendue actuelle*, *la figure* en général, *la mobilité*, &c. qui accompagnent tous les corps d'une maniere inſéparable, dans quelque état ou dans quelque circonſtance qu'ils puiſſent être.

Il eſt des propriétés d'un ordre inférieur, qui ne conviennent à tous

I. LEÇON.

les corps qu'autant qu'ils ſont dans certains états ou dans certaines circonſtances : celles-ci pour l'ordinaire ne ſont que des combinaiſons des premieres, & forment une ſeconde claſſe. Telle eſt, par exemple, la *liquidité*, qui dépend probablement de la mobilité reſpective des parties, de leur figure, de leur grandeur, &c. elle ne convient qu'aux matieres qui ſont dans cet état qui les fait nommer *liqueurs* : elle appartient à l'eau qui peut couler, & point à la glace, quoique ce ſoit le même corps.

Enfin, ces propriétés du premier & du ſecond ordre, ſe combinent de plus en plus, & conviennent à un nombre de corps d'autant moindre : alors elles ne s'étendent plus à tous comme les premieres ; elles n'embraſſent point certains états comme les ſecondes ; elles ſe bornent à des genres, à des eſpeces, aux individus même. Telles ſont pluſieurs propriétés de l'air, du feu, de la lumiere, des métaux, de l'aimant, &c. Nous allons traiter d'abord des propriétés les plus générales ; & nous deſcendrons enſuite dans le détail de

celles qui ſont particulieres à certains corps.

PREMIERE SECTION.

De l'étendue & de la diviſibilité des Corps.

CE qui ſe préſente le premier à nos idées, ou du moins à nos ſens, quand nous examinons les corps qui nous environnent, c'eſt leur *étendue*; c'eſt-à-dire, une grandeur limitée d'une façon quelconque, à laquelle on conçoit des parties diſtinguées les unes des autres.

L'étendue matérielle dont il s'agit ici, a trois dimenſions, *longueur*, *largeur*, & *profondeur*, que les Géometres conſiderent & meſurent ſéparément l'une de l'autre, mais qui ſont inſéparables en Phyſique; car le plus petit corps eſt ſolide; il a au moins deux ſurfaces réellement diſtinguées; & comme la profondeur eſt compoſée de ſurfaces, & que les ſurfaces réſultent d'un aſſemblage de lignes,

il s'ensuit que le moindre de tous les corps est long, large, & profond.

Tous les grands corps, je veux dire ceux dont l'étendue est assez grande pour être visible ou palpable, peuvent se partager en plusieurs portions, qui décroissent toujours de grandeur, à proportion que la division augmente, jusqu'à ce qu'enfin chacune d'elles échappe à nos sens. C'est ainsi que la lime réduit comme en poudre, un morceau de métal que le ciseau a séparé d'une plus grosse masse.

Quelque petites que nous paroissent alors ces portioncules de matiere, on se persuade aisément qu'elles sont encore divisibles : les Arts nous font connoître par mille procédés différents, que ces petits corps sont eux-mêmes des assemblages de *molécules* ou petites masses séparables les unes des autres ; le grain de froment que la meule met en farine, se subdivise encore bien davantage dans l'eau qui l'aide à fermenter.

Ces molécules elles-mêmes qui ne sont sensibles que lorsqu'elles sont plusieurs ensemble, & que nos yeux peuvent à peine distinguer les unes

des autres avec le meilleur microſco-
pe, ſe décompoſent encore en bien
des occaſions, & nous font connoître
d'une maniere évidente, qu'elles ont
des *parties* qui peuvent être ſéparées
les unes des autres, & qui bien ſouvent ne ſe reſſemblent pas. Un morceau de bois mis au feu, ceſſe bientôt d'être du bois : non-ſeulement les molécules qui compoſent ſa maſſe ſe déſuniſſent, mais les parties mêmes que la nature avoit liées enſemble pour former ces molécules, cedent auſſi à l'action du feu, & paroiſſent ſéparément ſous la forme de fumée, de flamme, de cendres, &c.

Enfin, ces dernieres parties, ſouvent différentes entr'elles, mais dont l'union formoit de petites maſſes ſemblables dans un même tout; ces parties, dis-je, ne ſont point encore des êtres que nous puiſſions regarder comme abſolument inſécables. Quoiqu'on leur donne quelquefois le nom de *principes*, c'eſt plutôt une dénomination d'uſage qu'un titre ſur lequel on puiſſe s'appuyer pour leur attribuer l'indiviſibilité phyſique. On a raiſon de croire que

I. LEÇON.

dans l'état où elles se présentent ordinairement, elles n'ont point acquis le dernier degré possible de petitesse ; elles ont leurs *éléments*, & ces éléments sont encore de nature différente dans plusieurs : tel est, par exemple, le soufre qu'on regardoit autrefois comme une de ces substances inaltérables, employées par la nature dans la composition des corps, & qu'une Physique plus éclairée trouve encore le moyen de décomposer, & même d'imiter.

Mém. de l'Ac. 1704. *p.* 278.

Mais quand nous avons épuisé tous nos efforts pour diviser une matiere, que les procédés nous manquent, & que l'expérience refuse de nous éclairer, que devons-nous penser de la divisibilité des corps ? & quelle doit être la regle de nos conjectures ? devons-nous croire que tout est fait ; que nous avons poussé la nature jusques dans ses derniers retranchements, & que nous sommes arrivés à ces petits corps simples, avec lesquels on peut croire qu'elle a commencé l'ouvrage que nous avions entrepris de décomposer ?

Il y auroit de la présomption à le penser ; & les difficultés mêmes que nous

nous avons trouvées dans nos tentatives, doivent au moins nous faire soupçonner le contraire. Quand nous entreprenons de diviser un corps, l'exécution en devient de plus en plus difficile, à mesure que les parties divisées décroissent de grandeur : c'est que nous ne pouvons les séparer, qu'en faisant agir entr'elles une matiere étrangere qui les désunisse, ou en les saisissant extérieurement pour les forcer à se séparer : plus elles deviennent minces, moins elles donnent de prise aux moyens qu'on emploie, & leur désunion est d'autant plus difficile, qu'elles se ressemblent davantage, ou qu'elles approchent plus de la premiere simplicité, soit qu'elles se touchent alors par des surfaces plus analogues, soit qu'il se trouve peu de corps plus durs & plus petits qu'elles pour les entamer. Il est donc tout naturel de croire que quand une matiere ne se divise plus, c'est bien moins parce qu'elle n'a plus de parties à diviser, que parce qu'il n'y a plus rien d'assez subtil pour interrompre sa continuité.

I. LEÇON.

La matiere est-elle donc divisible à l'infini ?

I. LEÇON.

Ce que nous avons dit jusqu'ici, n'engage point à le conclure ; & cette question qui fait tant de bruit dans les Ecoles, paroît se réduire à peu de chose, quand on veut s'entendre. Car s'il s'agit d'une divisibilité purement idéale, il est évident qu'on peut répondre par l'affirmative ; puisqu'alors tout se réduit à savoir si l'on conçoit toujours comme divisible un corps, quelque divisé qu'il puisse être : or il est certain qu'on le conçoit ainsi ; on imagine encore deux moitiés dans la plus petite particule : les surfaces qui la renferment, quoiqu'infiniment rapprochées, ne se confondent jamais ; & l'on pourra toujours dire la même chose à chaque nouvelle division qu'on voudra feindre. Cette divisibilité imaginaire n'a donc point de bornes ; de sorte que si l'art & la nature s'entendoient pour exécuter tout ce que nous pouvons penser, on pourroit trouver dans l'aile de la plus petite mouche un nombre de parties qui égaleroit enfin celui des grains de sable qui se rencontrent sur les bords de tout l'Océan : proportion qui ne peut paroître paradoxe qu'à ceux

qui confondroient la comparaiſon de nombres (qui eſt la ſeule dont il s'agit ici) avec celle des grandeurs matérielles.

Mais la nature eſt-elle auſſi féconde que notre imagination ? Ce que nous concevons comme poſſible, a-t-il lieu dans le réel ? Ces petites portions d'étendue qui ſe touchent ſans ſe confondre, pour être réellement diſtinguées l'une de l'autre, ſont-elles pour cela actuellement diviſibles ? Ont-elles jamais exiſté, ou eſt-il même de leur nature de pouvoir exiſter ſéparément l'une de l'autre ? C'eſt ſur quoi l'expérience n'a rien prononcé de certain ; & comme en matiere de Phyſique les preuves tirées des faits ſont les ſeules qui éclairent, on peut dire que cette queſtion eſt indéciſe.

Cependant pluſieurs Philoſophes, en ſuppoſant des bornes à cette diviſibilité phyſique, ont pris le parti de dire que les Eléments des Corps étoient abſolument *inſécables*, & que la nature même en les formant, s'étoit impoſé comme une loi de ne les jamais diviſer. Ils citent pour preuve une expérience de ſix mille ans, c'eſt pour

I. LEÇON.

cela, disent-ils, que l'état naturel des choses a toujours subsisté le même depuis sa premiere origine; un chêne est toujours un chêne; un cheval est aujourd'hui ce qu'il étoit au commencement; si les germes, ou ce qui constitue chaque nature en particulier, étoit quelque chose de divisible, la nature en général n'auroit-elle pas changé de face, par les différentes mutations qu'auroient souffertes les especes particulieres?

Quoique j'aie plus de penchant pour admettre les *Atomes* ou Corpuscules insécables, que pour supposer la matiere physiquement divisible à l'infini, je ne puis dissimuler cependant que l'argument que je viens de citer, tout spécieux qu'il est, n'a point assez de force pour décider la question, & qu'on y peut répondre validement. Car, quand bien même ces petits Etres, production immédiate de la création, ne seroient point insécables, comme on le suppose, l'Auteur de la nature n'auroit-il pas pourvu suffisamment à la durée de ses œuvres, en ne laissant dans le monde que des moyens impuissants pour en dé-

ranger l'économie ? Que l'on prouve donc que l'indivisibilité absolue des parties primordiales est la seule voie qu'ait dû prendre la sagesse du Créateur, pour rendre chaque espece inaltérable. Mais si cette admirable uniformité avec laquelle nous voyons que la nature se reproduit tous les jours, n'est point une preuve invincible de l'existence des Atomes, elle doit au moins faire penser que nous ne devons pas nous promettre si légérement de changer, selon notre gré, une matiere en une autre ; tous les moyens que l'art pourroit nous fournir pour de semblables opérations, ne seroient que de foibles imitations de la nature, des digestions, des fermentations, des calcinations, &c. & si la nature elle-même depuis son origine s'est conservée constamment, & sans aucun changement, malgré tous les mouvements qui se sont opérés & qui s'operent tous les jours dans son propre sein, devons-nous nous flatter de faire des miracles dans nos Laboratoires ? La Chymie, plus savante aujourd'hui qu'elle n'a jamais été, abandonne par cette raison même,

I. LEÇON.

de plus en plus, ces ſortes de prétentions chimériques, pour s'attacher à des opérations d'une utilité plus réelle. Elle décompoſe, le plus qu'elle peut, les productions naturelles, pour en connoître les propriétés ; elle en fait des extraits qu'elle tourne à nos uſages ; & ſi elle cherche à imiter la nature, ce n'eſt plus en eſſayant de compoſer des matieres qu'elle ne ſe flatte pas même de bien connoître.

De ce que nous venons de dire touchant la diviſibilité des Corps, il réſulte, 1° qu'il n'y a point de bornes à cette diviſion mentale, qui n'exige dans la matiere qu'une diſtinction réelle de parties ; 2° que la diviſibilité phyſiquement poſſible ou non-poſſible à l'infini, n'eſt qu'une affaire de ſyſtême, où l'on trouve des probabilités pour & contre ; 3° qu'on ne peut nier au moins une multiplicité de parties actuellement ſéparables, & ſi petites que leur nombre & leur ténuité ſurpaſſent de beaucoup les idées communes.

La derniere de ces trois propoſitions eſt la ſeule qui ſoit ſuſceptible de ce genre de preuves auquel nous

nous bornons dans cet ouvrage. J'en appelle donc à l'expérience, & j'entreprends de faire connoître par des faits dignes de curiosité, ce que l'on doit penser de la prodigieuse divisibilité des Corps. I. LEÇON.

PREMIERE EXPÉRIENCE.

Préparation.

Que l'on établisse sur trois petits clous, ou d'une maniere équivalente, une piece mince de monnoie, de cuivre, ou d'argent, & qu'on allume dessous & dessus de la fleur de soufre, ainsi qu'il est représenté par la *Figure* 1.

Effets.

Par cette opération, dont on dit que certaines gens abusent pour altérer la monnoie, la piece se sépare en deux selon son plan; & fort souvent l'une des deux parties plus mince & plus cassante, laisse encore l'autre assez bien marquée pour ne paroître pas sensiblement diminuée.

I. LEÇON.

EXPLICATIONS.

Un Corps eſt diviſé, quand la liaiſon de ſes parties eſt interrompue par une matiere étrangere, & qui n'eſt pas propre à s'unir avec elle : c'eſt ainſi qu'une lame de couteau ſépare un morceau de bois en deux. La partie la plus ſubtile du ſoufre qui ſe développe en brûlant, & qui s'inſinue de part & d'autre entre les parties du métal dilaté par le feu, forme dans l'intérieur de la piece, & ſelon ſon plan, une couche de matiere étrangere au métal, qui cauſe la diviſion, & qu'on apperçoit, quand les parties ſont ſéparées.

APPLICATIONS.

LA même cauſe qui déſunit les ſurfaces liées, les empêche auſſi de ſe joindre, quand bien même elles auroient pour cela toutes les diſpoſitions néceſſaires : c'eſt donc par cette raiſon, qu'on emploie les huiles & les graiſſes pour tenir ſéparées des matieres dont on veut empêcher l'union ou le mêlange ; quelque choſe d'humide, pour prévenir l'adhérence de

celles qui ſont graſſes ; des poudres abſorbantes, quand il regne ſur les ſuperficies une fluidité qui les feroit s'attacher. Ainſi, pour nous ſervir de quelques exemples familiers, nous ferons remarquer qu'on emploie le beurre à froid & par couches dans les pâtes qui doivent être feuilletées ; que l'on enduit de quelque matiere liquide l'intérieur des moules où l'on doit couler la cire, le ſoufre, &c. & que l'on poſe ſur du ſable ſec les vaiſſeaux nouvellement formés dans les manufactures de porcelaines ou de faïance. C'eſt auſſi pour cette raiſon, que dans les Arts on a grand ſoin de bien nétoyer les ſurfaces qu'on veut aſſembler à demeure.

L'uſage des colles & des ſoudures n'eſt point un argument qui démente cette propoſition, quoique ce ſoit interpoſer une matiere étrangere entre les parties qu'on veut joindre.

Ce qui fait principalement qu'une couche d'eau interpoſée, par exemple, entre deux morceaux de cire entretient ordinairement leur déſunion, c'eſt que l'eau n'étant point propre à pénétrer dans les Corps gras, & ne

I. LEÇON.

s'y appliquant même qu'imparfaitement, ſon interpoſition ne peut point leur ſervir de lien commun. Mais il n'en eſt pas de même d'une colle qui peut pénétrer tant ſoit peu dans les pieces qu'elle doit attacher enſemble; c'eſt un Corps fluide, quand on l'emploie, & qui par cette raiſon ſe moule de part & d'autre dans les creux inſenſibles des ſurfaces; mais bientôt il devient ſolide, parce que ſon humide l'abandonne, & qu'il pénetre plus avant; alors ces petits liens multipliés preſqu'autant de fois qu'il y a de petits vuides entre les parties ſolides des ſurfaces, font une adhérence très-conſidérable. C'eſt par le même principe, quoiqu'un peu différemment, que les ſoudures ſervent à lier les métaux; un mêlange de plomb & d'étain, par exemple, mis en fuſion par l'attouchement d'un fer chaud, pénetre dans les premieres ſurfaces du métal dilaté par la même chaleur; un prompt refroidiſſement donne lieu à ſes parties de ſe rapprocher; la ſoudure qui perd en même-temps ſa fluidité, ſe trouve adhérente de part & d'autre, ſert de lien commun aux pieces, & les joint.

II. EXPÉRIENCE.

PRE'PARATION.

DANS un verre à boire on met des petites feuilles de cuivre : dans un autre verre ſemblable on met un peu de limaille de fer ou d'acier ; on verſe dans l'un & dans l'autre une demi-once d'eau-forte. Voyez *les Figures* 2 & 3.

EFFETS.

DANS le premier vaiſſeau il ſe fait un petit bouillonnement ; le métal paroît agité, ſon volume diminue en apparence ; la liqueur s'échauffe ; elle prend une couleur verte ; les feuilles diſparoiſſent enfin ; & l'on apperçoit une vapeur qui s'éleve au-deſſus du verre. Dans l'autre vaſe on remarque des effets à peu près ſemblables, mais plus prompts, plus violents, & la couleur approche du rouge.

EXPLICATIONS.

LES parties de l'eau-forte qu'on

I. LEÇON.

peut considérer comme autant de petits tranchants, ou de petites pointes fort aiguës, sont portées entre les parties du cuivre & du fer, par une force dont la connoissance partage encore les Physiciens, & sur laquelle l'expérience n'a point encore prononcé d'une maniere décisive ; chaque petite masse pénétrée de toutes parts, disparoît peu à peu par la division de ses parties qui nâgent indépendamment l'une de l'autre dans la liqueur qui les a désunies, & qui, par leur mêlange, paroît sous une couleur qu'elle n'avoit pas avant l'opération. La chaleur qui naît pendant la dissolution est une suite naturelle du mouvement des parties & de l'action d'une matiere sur l'autre : comme aussi la vapeur qui s'éleve sensiblement, est un effet de la chaleur augmentée.

La même chose s'opere dans l'autre verre avec plus de promptitude, & avec plus de violence ; la principale raison de cette différence, c'est que l'eau-forte dont on se sert dans ces deux opérations pour diviser les masses, a plus lieu d'exercer son ac-

tion sur le fer réduit en limailles, que sur le cuivre qu'on a laissé en feuilles; elle agit d'autant plus qu'elle est appliquée en même-temps à plus de surfaces; or les quantités de matieres étant égales, celle-là présente plus de superficie, qui est plus divisée. Supposons, par exemple, une once de fer rassemblée en une petite masse sphérique; si l'on coupe ce petit globe par son diametre, on augmentera sa surface; car il n'aura pas moins qu'auparavant celle de ses deux hémispheres; mais il aura de plus celle qu'on aura fait naître par sa coupe diamétrale: & si l'on multiplie les coupes, il est aisé de voir qu'on augmentera de plus en plus sa superficie.

Une raison qu'on peut ajouter, c'est que le cuivre, à volume égal, est plus pesant que le fer; il y a donc plus de vuide dans le dernier de ces deux métaux, & par conséquent plus d'accès à l'eau-forte; toutes choses étant égales d'ailleurs.

Quant aux couleurs que prend la liqueur par ces dissolutions, ce n'est point ici le lieu d'en parler; nous

expliquerons ces ſortes d'effets en traitant de la lumiere.

I. LEÇON.

APPLICATIONS.

L'eau commune fait à l'égard d'un grand nombre de corps, ce que l'eau-forte opere ſur les métaux ; elle diviſe les terres, les ſels, les ſucs des plantes, &c. elle ſe charge de leurs parties diviſées, & elle les tient ſéparées, tant qu'elle eſt en quantité ſuffiſante pour empêcher qu'elles ne ſe rejoignent. Les rivieres ne paroiſſent troubles après les pluies ou après les fontes de neiges, que parce qu'elles reçoivent alors dans leurs lits des eaux qui ſont chargées de ſable & de terre. Les ſources minérales prennent leurs différentes qualités des matieres qu'elles contiennent en particules ſi ſubtiles, que leur tranſparence n'en eſt point altérée ; & la mer eſt ſalée, ſelon l'opinion commune & la plus vraiſemblable, parce qu'elle diſſout des mines de ſels qui ſe rencontrent dans ſon lit, comme il s'en trouve dans les autres parties de la terre.

Ces ſortes de diſſolutions ne dé-

composent point les corps ; elles ne font rien autre chose que diviser leurs masses, & rendre indépendantes les unes des autres leurs molécules ainsi désunies. L'art nous fournit même des moyens très-faciles pour les remettre dans leur premier état ; il suffit le plus souvent d'évaporer la liqueur qui les tient en dissolution : & c'est la voie la plus simple, quand leurs parties sont moins évaporables que celles du dissolvant. Cette pratique est en usage pour séparer le sel de l'eau dans les Salines, pour tirer le salpêtre des lessives qui le contiennent, pour rafiner les sucres, pour augmenter la force des bouillons qu'on nomme consommés, & généralement pour épaissir toutes les matieres où la partie liquide est trop abondante.

On peut encore rassembler ce qui est dissous en le précipitant ; ce qui ne manque pas d'arriver toutes les fois qu'on présente au dissolvant une matiere plus pénétrable pour lui, que celle dont il est chargé ; car alors en entrant dans la nouvelle masse, il dépose les autres parties que leur pro-

pre poids rassemble au fond du vase :
I. LEÇON. c'est ce qu'on voit arriver, par exemple, quand on verse de l'esprit-de-vin sur de l'eau qu'on avoit rassasiée de sucre ; parce que l'un de ces deux liquides pénetre l'autre, & abandonne les parties de sucre dont il étoit chargé.

Quand on précipite ainsi les métaux, on le peut faire d'une façon curieuse, & qui n'est que trop capable d'en imposer à ceux qui ne sont point instruits de ces sortes de faits. Si, par exemple, on trempe une lame de fer dans une dissolution de cuivre ou de vitriol bleu avec l'eau-forte ; le dissolvant agira par préférence sur le fer, & déposera des parties de cuivre en la place de celles qu'il détachera de la masse de fer, de sorte qu'à la fin de l'opération on pourra tirer du vaisseau une lame de véritable cuivre, mais c'est abuser de cette expérience que de la proposer comme un procédé pour convertir le fer en cuivre ; puisqu'on ne retire jamais de ce dernier métal que ce qu'on en avoit fait entrer dans la premiere dissolution.

Les

Les infusions à proprement parler, ne sont encore que des dissolutions ordinairement plus lentes, avec cette différence qu'au lieu de faire disparoître toute la masse, elles en détachent seulement une certaine portion.

I. LEÇON.

Les corps qu'on fait infuser sont pour l'ordinaire composés de parties de différentes natures : la liqueur qui les pénetre se charge de celles qui cedent à son action ; & les autres qui s'y refusent, demeurent liées sous un volume qui differe peu de celui qu'elles avoient. Le bois d'Inde, celui de Brésil, &c. trempés dans l'eau commune, lui abandonnent un certain suc que la nature a placé entre les fibres de ces sortes de bois ; cet extrait qui fait une teinture, ne laisse point appercevoir de diminution sensible quant au volume, dans les morceaux qui en sont dépouillés.

Les infusions deviennent bien plus promptes & plus chargées avec l'eau chaude : la chaleur augmente la liquidité de l'eau, & la rend plus pénétrante ; elle dilate les solides qu'on y plonge, & les rend plus pénétrables ; ces deux raisons concourent au mê-

I. LEÇON.

me effet. Les racines & les fruits qu'on fait cuire pour ſervir d'aliments ne ſe dépouilleroient point dans l'eau froide des ſucs acres & des autres parties déſagréables qu'on leur ôte en les faiſant bouillir.

Quoique les diſſolutions & les infuſions qui ne font que diviſer ou extraire, ne changent rien à la nature des parties qu'elles ſéparent & qu'elles détachent, cependant elles les rendent propres à des effets pour leſquels on les appliqueroit en vain ſans l'une ou l'autre de ces préparations. Quels ſecours pourroit-on attendre de la plupart des minéraux ou des végétaux qu'on emploie dans la Médecine, ſi une diviſion beaucoup plus grande qu'on ne peut la faire avec aucun tranchant ordinaire, ne procuroit à ces mêmes corps une quantité de ſurfaces ſuffiſantes, des grandeurs & des figures convenables aux parties intérieures du corps animé ſur lequel ils doivent agir? Cette agréable variété de couleurs qu'on admire dans les étoffes & dans toutes les matieres ſuſceptibles de teinture, ne vient-elle pas des infu-

fions en plus grande partie? Des fucs qui fe font épaiffis dans les plantes mêmes où la nature les a préparés, & qui y refteroient en pure perte pour nous, fe ramolliffent & s'étendent dans l'eau qui les pénetre; ils s'impriment avec elle fur une furface préparée; l'eau s'évapore, & l'impreffion refte.

III. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

La quatrieme figure repréfente une petite caffolette de verre, en partie pleine d'une liqueur odorante, comme de l'eau de fleurs d'orange, ou de l'efprit-de-vin chargé de l'odeur de lavande, & pofée fur une petite lampe allumée.

EFFETS.

QUAND la liqueur commence à bouillir, il fort par le bec de la caffolette une vapeur fort abondante qui fe répand dans toute la chambre, & qui s'y fait fentir d'une extrêmité à l'autre, fans cependant qu'il paroiffe une diminution fenfible dans le volume de la liqueur, lorfque l'expérience ceffe après deux ou trois minutes,

I. LEÇON.

EXPLICATION.

LA vapeur qui porte son odeur dans toute la chambre, n'est rien autre chose que la partie la plus évaporable de la liqueur, que le feu a séparée de la masse, & qu'il a extrêmement divisée : ces petits corps, nonobstant le peu de diminution qu'ils causent au volume qu'ils ont quitté, se trouvent en assez grand nombre pour se répandre également, & se faire sentir dans un très-grand espace.

Si l'on veut connoître de plus près ce nombre prodigieux de particules odorantes, & se représenter d'une maniere plus précise la division surprenante qu'a dû souffrir la petite quantité de liqueur évaporée, il suffit de la comparer au volume d'air contenu dans une chambre qui peut avoir 12 pieds en quarré sur 10 de hauteur. Quand ce peu de liqueur dont il s'agit, égaleroit deux lignes cubiques avant l'expérience, & qu'après l'évaporation, il ne se trouveroit que 4 particules dans chaque ligne cubique d'air, (supposition qu'on peut faire en mettant les choses au

pis) que de millions de parties n'appercevra-t-on pas par cette comparaison, & par ce calcul qu'on peut faire facilement ? Mais ces millions de parties, de combien ne seront-ils pas encore augmentés, si l'on fait attention que ce qui fait ici l'odeur sensiblement répandue, n'est que la moindre partie de ce qui s'est évaporé ? Car dans une liqueur ou dans une vapeur odorante on doit distinguer les parties propres du liquide de celles dont il est parfumé.

APPLICATIONS.

LES odeurs considérées par rapport à nos sens, sont des impressions faites sur l'organe par les Corpuscules qui s'exhalent des corps odorants. Ce qui se passe en petit dans l'expérience qu'on vient de citer, nous l'éprouvons tous les jours en grand par divers effets naturels. Il regne sur notre globe un certain degré de chaleur qui varie selon les temps & les lieux; ce feu que la nature entretient, & qui met tout en mouvement, joint à d'autres causes dont nous parlerons ailleurs, détache continuelle-

I. LEÇON.

ment les parties les plus ſubtiles de tous les corps qui couvrent la ſurface de la terre : celles qui ſont propres à ſe faire ſentir par l'odorat, répandues & flotantes comme les autres dans la partie de l'Atmoſphere qui en eſt chargée , ſe font d'autant plus ſentir , qu'elles ſe trouvent en plus grand nombre dans un volume d'air déterminé. C'eſt par cette raiſon ſans doute , que l'on ſent mieux les fleurs d'un jardin le ſoir , lorſque l'air ſe rafraîchit , que dans le fort de la chaleur du jour. Cette fraîcheur qui condenſe l'air aux approches de la nuit , en rapprochant ſes parties , reſſerre auſſi davantage les exhalaiſons dont il eſt chargé ; & quand on le reſpire en cet état , il porte avec lui ſur l'organe un plus grand nombre de ces parties odorantes dont nous parlons.

Si la chaleur entretient toujours une quantité plus ou moins grande de mouvement dans tous les Corps , & qu'elle occaſionne par-là , comme on n'en peut douter , une perte continuelle de leur ſubſtance , doit-on s'étonner que tout périſſe avec le temps , & que certains corps diminuent &

s'évanouissent promptement ? C'est ainsi que les étangs & les marais se dessechent, quand les pluies ou les sources ne réparent point l'évaporation. I. LEÇON.

Mais pour nous renfermer dans des exemples pris des Corps odorants, ne le remarquons-nous pas d'une maniere bien sensible dans les plantes & dans les fleurs ? Pourquoi pendant la grande chaleur s'affoiblissent-elles jusqu'à plier sous leur propre poids ? pourquoi le matin reparoissent-elles avec leur premiere vigueur ? N'est-ce pas que ce qui s'exhale pendant le jour excede la réparation qui vient du sein de la terre ? Pendant la nuit il n'en est pas de même, les vuides se remplissent.

Quoique les plantes par leurs exhalaisons perdent une si grande quantité de leur substance, on ne peut pas dire pour cela que la partie destinée aux odeurs ait beaucoup de part à leur dépérissement sensible. Il paroît par tous les autres corps de ce genre, que la nature les a soumis à une divisibilité si prodigieuse, qu'ils peuvent fournir à leur effet pendant des espaces de temps qui surprennent.

Tout le monde sait qu'un grain de musc se fait sentir d'une maniere incommode pendant vingt ans, dans un appartement où l'air se renouvelle tous les jours. Ne sait-on pas de même que des chiens courent un cerf pendant six heures quelquefois, sans avoir le plus souvent d'autre guide que l'odeur qu'il laisse après lui ? Combien donc de corpuscules cet animal laisse-t-il échapper pour tracer si long-temps sa route à quarante autres animaux, à la vue desquels il se dérobe souvent ?

La plupart des bêtes, & sur-tout les chiens, ont l'odorat très-fin : la disposition de cet organe, dont la partie principale est en dehors, & le fréquent usage qu'ils en font, contribuent sans doute à cette délicatesse que nous n'avons pas : la nature nous en a dédommagés par le toucher, que nous avons beaucoup plus exquis ; c'est aussi de tous nos sens celui dont nous nous servons le plus, après les yeux, dans l'examen que nous faisons des différents objets qui se présentent : mais les animaux qui ne touchent que très-rarement par forme d'épreuve, examinent avec le nez ce que leur vue

vue leur annonce d'intéressant ; comme ils sont presque uniquement occupés du soin de leur nourriture, & qu'il y a beaucoup d'affinité entre l'odorat & le goût, il convenoit qu'ils sussent mieux flairer que tâter.

IV. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

AU fond d'un grand vase de crystal, on délaie le poids d'un grain de Carmin, & l'on remplit d'eau bien nette le vase qui tient dix pintes de Paris, & qui est représenté par la *Figure cinquieme.*

EFFETS.

LA couleur s'étend de maniere que tout le volume d'eau en paroît sensiblement teint.

EXPLICATION.

LE Carmin est une fécule, ou une espece de lie très-fine, que l'on tire par infusion de la cochenille, & de quelques matieres végétales ; les parties qui ont été déjà divisées par la préparation qu'on en a faite, cedent fort

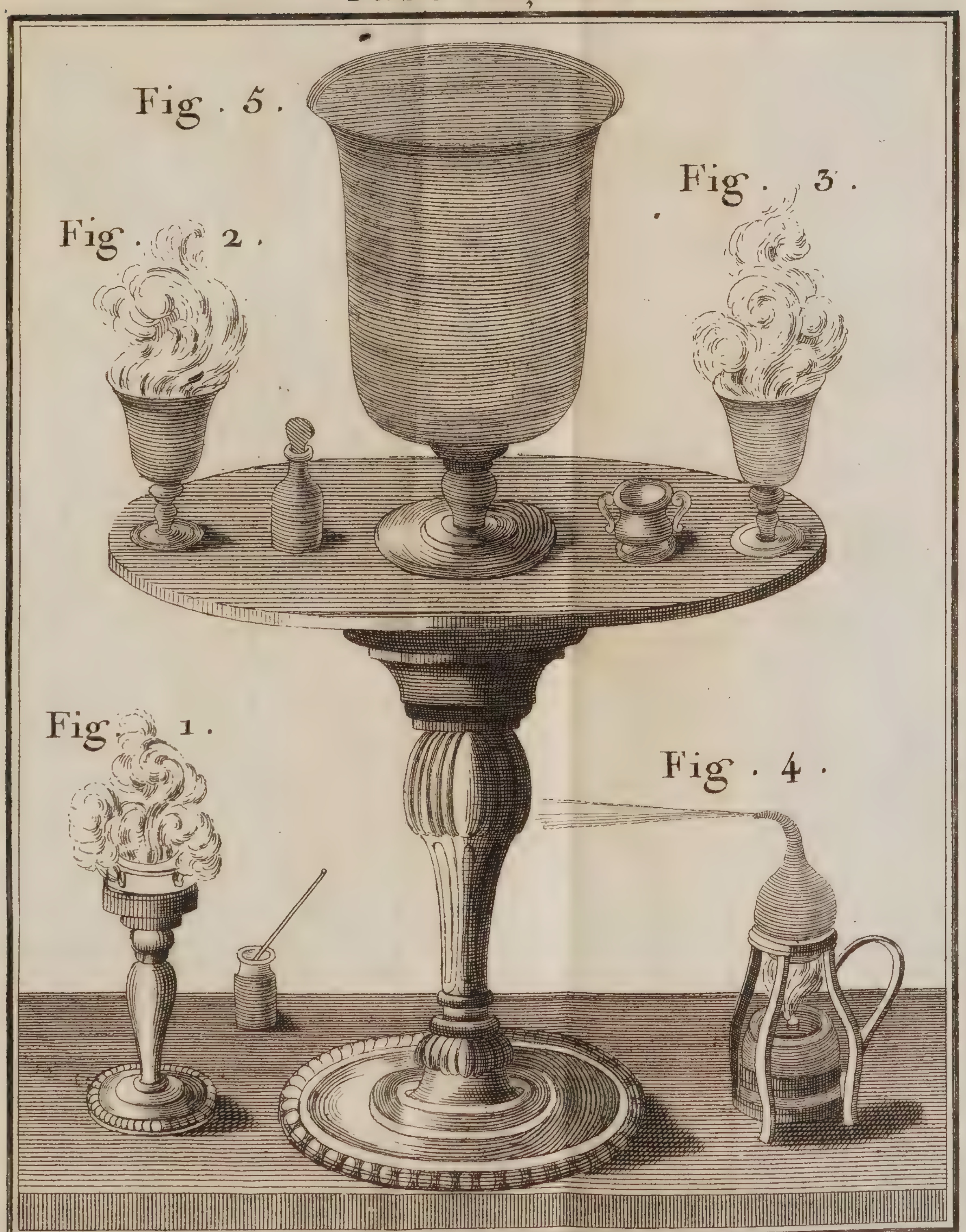
I. LEÇON.

aiſément à l'action de l'eau qui les pénetre & qui les étend ; de maniere qu'elles ſe partagent proportionnellement à toute la maſſe du fluide.

Pour concevoir aiſément combien la matiere eſt diviſée dans cette derniere expérience, il ſuffit de connoître le rapport du poids d'un grain à celui de vingt livres, qui eſt comme l'unité à cent quatre-vingt-quatre mille trois cens vingt. Mais une quantité d'eau peſant un grain, ſe préſente encore ſous un volume bien ſenſible, lequel, pour être coloré uniformément, doit contenir pluſieurs particules de Carmin : quand on n'y en ſupposeroit que dix, le produit que nous venons de citer, ſe trouveroit augmenté encore de dix fois ſa valeur ; ce qui ſera 1843200 parties ſenſibles dans un volume qui étoit bien peu conſidérable avant que d'être étendu dans l'eau.

APPLICATIONS.

C'EST par des particules de matieres ainſi diviſées & étendues dans quelques liquides, que les Peintres & les Teinturiers donnent aux ſurfaces des corps, certaines couleurs


Fig. 5.
Fig. 3.
Fig. 2.
Fig. 1.
Fig. 4.

qu'elles n'ont pas naturellement. Celles qui ſont peintes, toujours cachées ſous l'enduit dont on les couvre, ne ſont plus viſibles par elles-mêmes, mais par les couches dont le pinceau les a revêtues. Il n'en eſt pas de même de celles que l'on fait teindre; on les prépare pour l'ordinaire dans un bain qui, par la chaleur, & par l'action de certains ſels, dilate les pores, & creuſe une infinité de petites cellules propres à recevoir enſuite les parties colorantes; c'eſt principalement cette préparation qui rend les teintures durables, & qui empêche que les matieres teintes ne ſe décolorent, quand on les lave. Ce n'eſt pourtant pas toujours des particules colorantes qui teignent les ſurfaces; nous ferons voir en traitant de la lumiere, que le changement de couleur dépend ſouvent d'un nouvel arrangement que prennent entr'elles les parties mêmes des ſurfaces; comme quand l'eau-forte, par exemple, change le papier bleu en rouge, ou que la chaleur rougit une écreviſſe.

I. LEÇON.

OUTRE les expériences que nous ve-

I. LEÇON.

nons de citer pour prouver la divisibilité des corps, les arts nous offrent des pratiques ingénieuses qui la font connoître d'une maniere aussi évidente. On ne peut voir, sans être surpris, la prodigieuse ductilité de l'or & de l'argent. Les Ouvriers qui battent & qui filent ces métaux, leur procurent un degré d'étendue qui s'est attiré depuis long-temps l'attention des Philosophes. Boyle * est un des premiers qui ait fait cette remarque, que le poids d'un grain d'or mis en feuilles peut couvrir une surface de 50 pouces quarrés. Cette observation donne lieu d'appercevoir par un calcul fort simple, un nombre étonnant de parties visibles dans cette petite quantité de métal. La longueur d'un pouce contient au moins deux cens parties visibles ; puisque sur des instruments de mathématique on le trouve quelquefois partagé par cent divisions, & qu'un Observateur un peu attentif peut fort aisément tenir compte des moitiés. En faisant donc cette supposition qui est très-recevable, une feuille d'or d'un pouce quarré, pourra se couper en deux

* *De mirâ subtilitate effluviorum. c. 2.*

cens petites bandes plates, & chaque petite bande en deux cens petits quarrés ; de sorte que toute la feuille ainsi divisée, donnera quarante mille parties, qui est le produit de 200 multiplié par 200.

Mais dans un grain d'or battu, on trouve 50 petites feuilles semblables à celles que nous venons de diviser ; on doit donc multiplier encore 40000 par 50, ce qui donnera deux millions pour la somme des parties que l'on peut compter avec les yeux dans une portioncule de matiere qui n'est que la 72e partie d'un gros. Ce nombre, quelque prodigieux qu'il soit, se trouve encore augmenté de moitié, quand on fait attention que chacune de ces particules d'or peut être vue & touchée au moins par deux surfaces, ou par les deux plans opposés dont les dimensions sont égales.

Ce que les feuilles d'or & d'argent nous apprennent de la ductilité de ces deux métaux, & de la divisibilité surprenante de leurs parties, est encore bien au-dessous de ce que l'on remarque chez les ouvriers qui

I. LEÇON.

préparent le fil d'argent doré dont on se sert pour fabriquer les étoffes, le galon, la broderie, &c. Cet art, où le commun des hommes ne trouve qu'un objet de commerce, ou des ressources pour le luxe, présente aux yeux d'un Philosophe, des merveilles qui n'ont point échappé aux observations de Boyle, du Pere Mersene, de Rohault, & de plusieurs autres Physiciens, dans ces temps où il n'étoit point encore arrivé au degré de perfection qu'il a acquis depuis. M. de Reaumur * qui l'a examiné avec cette exactitude qu'on lui connoît, en a mieux que personne découvert les beautés, & fait connoître le véritable merveilleux. C'est d'après lui que je vais donner ici une idée de la prodigieuse extension dont l'or est capable, quand on le file.

* *Mém. de l'Ac. des Sc. 1713. p. 205. &c.*

Avec une quantité de feuilles d'or, qui n'excede jamais le poids de six onces, & qu'on diminue quelquefois presque jusqu'à une, on couvre un cylindre d'argent, d'environ 22 pouces de longueur, 15 lignes de diametre, & du poids de 45 marcs. On fait passer ce rouleau doré successive-

ment par les trous d'une lame d'acier, qui vont en décroiſſant, de façon que s'allongeant aux dépens de ſon diametre, il devient enfin auſſi délié qu'un cheveu, & d'une longueur qui égale preſque 97 lieues de 2000 toiſes chacune.

Pendant cette opération l'or s'étend ſur le fil d'argent à proportion de ſon allongement ; enſorte qu'on doit le conſidérer comme une enveloppe ou un fourreau dont les parties ne ſouffrent point d'interruption ſenſible. Ce fil doré que l'on nomme *trait*, paſſe enſuite entre deux rouleaux d'acier poli, qui l'écraſent en forme de lame fort mince, dont on enveloppe un fil de ſoie pour les uſages des différents Arts qui l'emploient ; & dans l'opération des rouleaux, le trait s'allonge encore d'un 7e. Ainſi au lieu de 97 lieues que nous avons compté pour ſa longueur, on en peut compter 111.

En ſuppoſant donc du fil le plus légérement doré, voilà une once d'or que l'on doit conſidérer ſous la forme de deux petites lames, dont chacune égale la longueur de 111

I. LEÇON.

lieues, ou qui égalent enſemble 222 lieues. Mais ſi l'on fait attention que le trait en s'écraſant ſous les rouleaux, prend la largeur d'environ un 8e de ligne; & par conſéquent les deux petites lames d'or qui revêtent l'argent de part & d'autre; on pourra partager encore leur largeur en deux parties; (car une ligne ſe diviſe fort bien en 16 portions ſenſibles;) ainſi au lieu de deux lames il en faudra compter quatre, qui égaleront en longueur 444 lieues. Dans une telle étendue, combien de toiſes, de pieds, de pouces, de lignes? Et ſi l'on diviſe ſeulement chaque ligne en 10, quelle ſuite de chiffres ne faudroit-il pas pour exprimer la ſomme des parties viſibles dans une once d'or étendu par la filiere? L'imagination ſe refuſe preſque à de pareils nombres; mais pour s'en faire une idée, il ſuffira de comparer la ſurface de notre once d'or filé à celle d'une égale quantité du même métal en feuilles. La premiere eſt à la ſeconde dans le rapport de 2380 à 146; mais auſſi l'épaiſſeur des feuilles, quelque petite qu'elle ſoit, eſt toujours beaucoup

plus considérable que celle de la couche d'or qui se trouve sur le fil : l'une diminue à peine jusqu'à la trente millieme partie d'une ligne ; l'autre se porte souvent à un degré de ténuité qui excede la cinq cens vingt-cinq millieme partie d'une ligne.

I. LEÇON.

L'art en filant ainsi les métaux, imite d'assez près la nature, quant au procédé. La soie avant que d'être filée pour nos usages, l'a déjà été par les insectes qui nous la fournissent. La chenille, qu'on nomme communément *ver à soie*, porte une filiere naturelle, par laquelle elle moule ce fil précieux dont elle fait sa coque. Des personnes* curieuses & attentives aux merveilles de la nature, considérant l'extrême finesse de cette matiere, en mesurerent 300 aunes qui n'excéderent point le poids de 2 grains $\frac{1}{2}$; & M. de Reaumur portant plus loin encore ses Observations, a trouvé que les fils des araignées, tels qu'elles les produisent immédiatement, & avant qu'elles les joignent pour en former leur toile, que ces fils, dis-je, sont à l'égard d'un cheveu, moins gros que ne l'est le fil

* *Boyle, de mirâ subtilitate effluv. c. 2.*

I. LEÇON.

trait doré à l'égard du premier cylindre dont il a été tiré ; & que leur diametre égale à peine l'épaiſſeur de cette légere couche d'or qui couvre le fil d'argent.

LES expériences & les obſervations que nous venons de rapporter prouvent ſuffiſamment que tous les corps qui tombent ſous nos ſens, ne ſont autre choſe que des aſſemblages formés par le concours de pluſieurs maſſes plus petites, dont chacune peut ſe diviſer encore en particules ſuſceptibles elles-mêmes de diviſion & de ſubdiviſion.

Lorſqu'en diviſant une matiere autant qu'il nous eſt poſſible, nous n'appercevons rien que d'uniforme dans toutes les molécules qui la compoſent, nous lui donnons le nom de *ſimple* ; nous ſuppoſons que ſes parties ſont toutes d'une même nature, & nous les appellons *homogenes*, ſans prétendre qu'elles le ſoient abſolument, & juſqu'à ce que quelque découverte nouvelle en faſſe un jour juger autrement.

Nous nommons au contraire *corps*

mixtes, ceux dont les parties miſes à part ne ſe reſſemblent point ; comme les plantes, les animaux & quantité de minéraux, où l'analyſe fait voir que pluſieurs matieres eſſentiellement différentes (que l'on nomme *hétérogenes*) concourent à la compoſition d'un même tout.

Les molécules inſenſibles qui forment une maſſe continue, ſont ſouvent jointes enſemble, de maniere qu'il faut employer une force conſidérable pour les ſéparer : cette portion de matiere ſe nomme un corps *dur* ou *ſolide*. Cette dureté, qui n'eſt, à proprement parler, qu'une tenacité plus ou moins grande des parties, & qui n'eſt jamais parfaite dans les corps que nous connoiſſons, puiſqu'elle cede toujours à une force finie ; cette dureté, dis-je, décroît juſqu'à la *fluidité*, c'eſt-à-dire, juſqu'à ce que l'adhérence naturelle des parties ſuffiſe à peine pour empêcher qu'elles n'obéiſſent librement à leur propre poids, quand il les ſollicite à ſe mouvoir les unes ſur les autres, & à changer la figure de leur tout. Enfin la fluidité qui commence où

les corps cessent d'être regardés comme solides, augmente jusqu'à la *liquidité* qui a elle-même des degrés: on appelle corps liquides ou liqueurs, ceux qui sont en cet état, où leurs parties ayant un mouvement libre les unes sur les autres, obéissent avec une indépendance mutuelle aux efforts de leur pesanteur, ou à la moindre force qu'on emploie pour les séparer; & leurs caracteres les plus distinctifs sont de n'avoir d'autre figure, que celle qu'on leur fait prendre dans les vaisseaux qui les contiennent, & de ranger leur plus haute surface dans un plan parallele à l'horison. L'eau qui coule, par exemple, est une liqueur; la fumée qui s'éleve dans l'air, & qui change continuellement de forme, est un fluide; & la pierre que l'on taille à coups de marteaux, est un corps solide.

Nous nous contentons maintenant de définir ces différents états des corps naturels, parce que nous aurons occasion d'en parler plus amplement ailleurs en examinant leurs causes.

II. SECTION.

De la figure des Corps.

TOUS les Corps ont une grandeur déterminée, non-ſeulement ceux dont les dimenſions frappent nos ſens, mais auſſi les parties de ces mêmes Corps, à tel degré de ténuité qu'on les porte par la diviſion, & ſous tel ordre qu'on les conſidere. La petiteſſe n'eſt point une qualité abſolue ; rien n'eſt petit que par comparaiſon à quelque choſe de plus grand ; & quand on ſuppoſeroit le moindre de tous les Êtres matériels, il ſurpaſſera toujours en grandeur chacune de ſes deux moitiés.

La grandeur, ou (ce qui eſt la même choſe) l'étendue plus ou moins grande d'un Corps, eſt toujours limitée par des ſurfaces qui renferment la quantité de matiere qui lui eſt propre ; cette quantité de matiere ſe nomme ſa *Maſſe*, & le plus ou le moins de ſurface non-interrompue qui limite ſa grandeur apparente, s'appelle ſon *Volume*.

I. LEÇON.

L'ordre ou l'arrangement que prennent entr'elles les ſurfaces qui terminent le volume des Corps, eſt ce qu'on nomme leur *Figure*. Comme ces ſurfaces ne peuvent ſe confondre, & qu'elles ſe diſtinguent toujours par des ſituations relatives, il eſt évident que d'être figuré, eſt une propriété auſſi commune à tous les Corps, que celle d'être ſolidement étendu, ou d'avoir pluſieurs parties réellement diſtinguées.

Mais ces ſurfaces peuvent varier à l'infini par leur grandeur, leur nombre, leur arrangement reſpectifs; c'eſt pourquoi toutes les ſubſtances matérielles à qui il convient eſſentiellement d'avoir une figure en général, reçoivent celle-ci ou celle-là en particulier, & elles ſont auſſi variables & peut-être auſſi variées entr'elles, qu'il eſt poſſible de combiner enſemble la grandeur, le nombre & l'ordre des ſuperficies.

Cette propriété, qu'on pourroit nommer *Figurabilité*, s'étend à tous les Corps d'une maniere ſi générale qu'elle les accompagne dans toutes ſortes d'états; elle convient à ceux qui ſe

meuvent comme à ceux qui ſont en repos ; elle convient non-ſeulement aux ſolides, mais les fluides & les liqueurs ont auſſi leur figure qui dépend des obſtacles qu'on oppoſe à leur épanchement ; la mer, les étangs, les rivieres ſont figurés par leurs côtes & par leurs rivages ; le vin, par ſon tonneau ; la flamme & la fumée, par l'air qui les environne, &c. I. LEÇON.

Quand au premier coup d'œil deux Corps paroiſſent terminés de même, on dit alors qu'ils ſe reſſemblent en figure : ainſi nous appellons cubes les dés d'un trictrac, parce qu'au premier aſpect chacun d'eux ſe préſente ſous ſix faces égales ; & nous appellons ſemblables deux ſoldats vêtus du même uniforme. Mais cette premiere reſſemblance a des bornes fort étroites : elle ne s'étend qu'à certains caracteres généraux qui ſoutiennent à peine la premiere vue ; un examen plus détaillé découvre bientôt une infinité de différences, juſques dans les individus de la derniere eſpece ; de ſorte qu'on pourroit dire avec juſte raiſon, que dans toute la nature il eſt probable qu'il n'y a pas deux Êtres

parfaitement ſemblables, ſur-tout ſi l'on joint à la variété de figure celle de la couleur & du volume. Lorſque nous jettons les yeux ſur un troupeau de moutons, ils nous paroiſſent tous ſe reſſembler, parce que nous nous arrêtons aux premieres apparences ; mais le berger à qui l'habitude a fait appercevoir des variétés, les diſtingue bien les uns des autres. Dans une foule de peuple nous ne trouvons pas deux viſages ſemblables, & nous y diſtinguons entre dix mille les traits d'une perſonne que nous cherchons, par l'uſage où nous ſommes de voir des hommes, & d'apprendre à ne les point confondre.

Cette prodigieuſe variété de figures multipliées ſans fin pour ceux qui obſervent plus attentivement, ne convient-elle qu'aux grands Corps, c'eſt-à-dire, à ceux que nous pouvons voir & toucher ſans aucun ſecours de l'art ? ou bien convient-elle également aux molécules de ces mêmes Corps ? s'étend-elle juſques à ceux qui échappent à nos yeux, que nous connoiſſons par d'autres ſens, qui ne ſe font ſentir que pluſieurs enſemble, &

& que le préjugé femble annoncer fans aucune figure, parce qu'ordinairement on n'eft point inftruit de celle qu'ils ont ? I. LEÇON.

Cette queftion fe trouve déjà décidée par la définition même que nous avons donnée de la figure en général. Car fi ce n'eft autre chofe qu'un affemblage de furfaces qui terminent une certaine portion de matiere, il eft évident qu'un corps, fi petit qu'il puiffe être, fera toujours terminé par des furfaces, & par conféquent figuré.

Quoique l'expérience ne puiffe pas fe prêter à toute l'étendue de ce raifonnement, & nous faire voir des figures par-tout où nous avons raifon de croire qu'il y en a ; cependant elle nous en montrera qui ont été longtemps ignorées, que l'art a fu découvrir depuis, & nous apprendrons par des exemples curieux, que nous ne devons pas chercher à concevoir fans figure, les Corps en qui nos fens n'en découvrent point.



PREMIERE EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

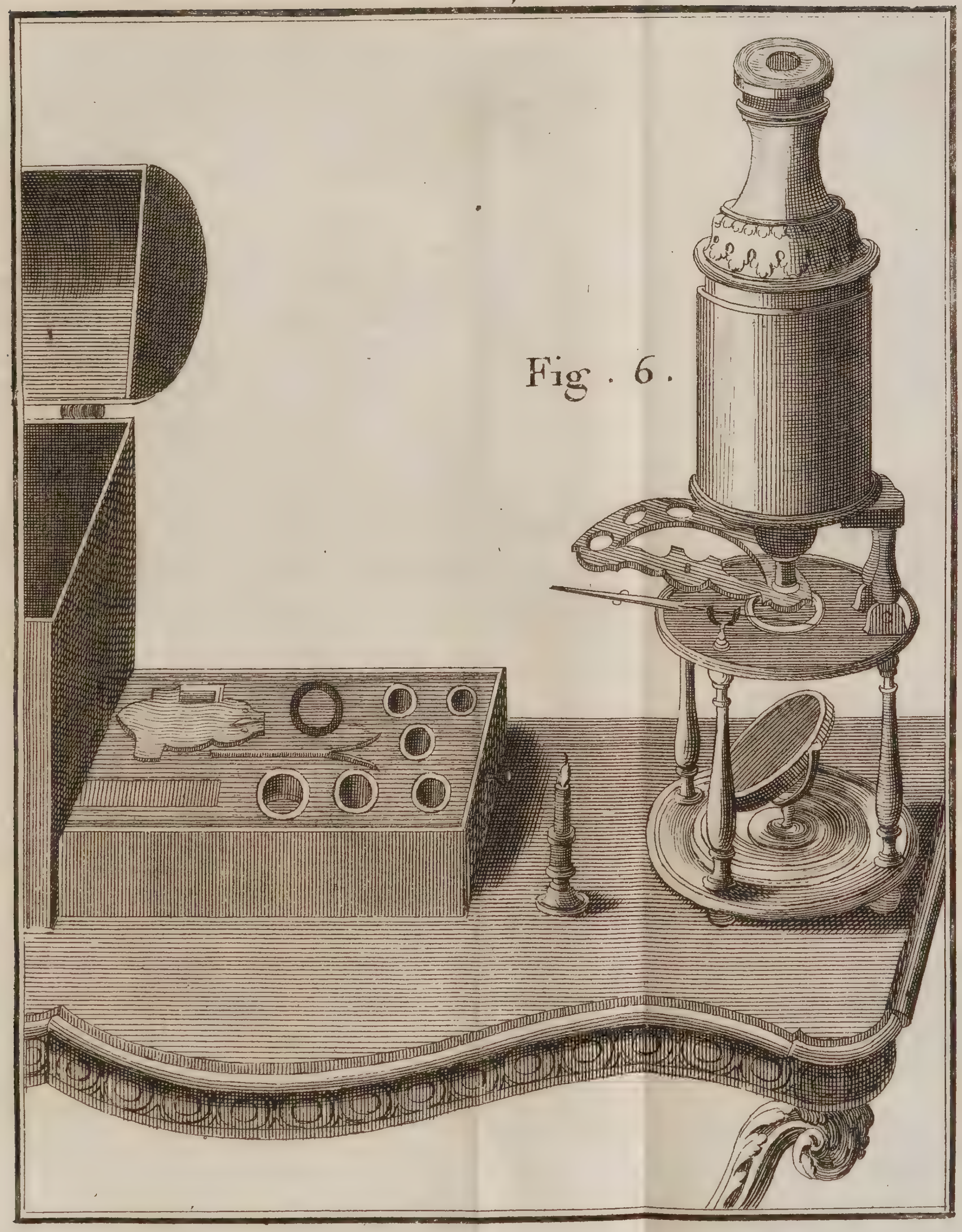
Ayant placé le microſcope repréſenté par la *Figure* 6 au jour d'une fenêtre, ou ſi c'eſt la nuit, devant la lumiere d'une bougie baſſe, de maniere que le miroir qui eſt deſſous la platine, éclaire par réflexion le trou ſur lequel tombe la lentille objective: on fait paſſer le premier verre du porte-objets ſur lequel on a mis des grains de ſable, & l'on fait deſcendre le corps du microſcope juſqu'à ce qu'on rencontre le point de vue néceſſaire.

EFFETS.

Ayant placé l'œil au-deſſus & fort près de la premiere lentille oculaire, on apperçoit les grains de ſable tranſparents, comme des cryſtaux de la groſſeur d'une muſcade, anguleux & diverſement taillés. *Figure* 7.

EXPLICATIONS.

Nous n'expliquerons rien ici des effets qui regardent directement l'optique, parce que nous en traiterons


Fig. 6.



ailleurs. Nous nous bornerons ſeulement à ceux qui ont rapport à la figure des Corps dont il eſt préſentement queſtion.

Lorſque nous arrêtons la vue ſur un grain de ſable ordinaire, il paroît comme un point : l'œil confond ſes dimenſions ; mais avec le ſecours du microſcope, l'objet paroît plus grand ; on diſtingue aiſément des ſignes, des angles, des ſinuoſités, des contours, des ſurfaces, en un mot, une figure bien terminée, dont on apperçoit facilement les différences, quand on la compare à quelqu'autre.

APPLICATIONS.

Les grains de ſable doivent être conſidérés comme autant de petits cryſtaux fort durs, préparés par la nature, & que l'art applique utilement à différents uſages. Parce qu'ils ſont petits & anguleux, on s'en ſert commodément pour uſer ou nettoyer les métaux, ou tous autres corps encore plus durs, ſur leſquels la lime, ou le tranchant de l'acier ne trouve plus de priſe : on les mouille en pareil cas pour aider leur mobilité, & pour em-

I. LEÇON.

pècher qu'en s'uſant mutuellement, ils ne perdent, avec leurs petits angles tranchants, la propriété qu'ils ont d'entamer les matieres les plus ſolides.

La tranſparence du ſable blanc le rend propre à d'autres uſages : il eſt la baſe de tous les ouvrages de verre ; le mêlange de quelques ſels, & l'action d'un feu très-violent qui le diviſe & qui en ſépare les ſaletés, met ſes parties en état de ſe lier & de former une pâte ſuſceptible de toutes ſortes de formes, & qui en ſe refroidiſſant, prend de la conſiſtance, ſans ceſſer d'être diaphane.

II. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Que l'on faſſe paſſer ſous la lentille le ſecond verre du porte-objets ſur lequel on a mis quelques gouttes d'eau ſalée que l'on a laiſſé ſécher.

EFFETS.

En approchant l'œil du microſcope, on apperçoit des molécules qui paroiſſent ſous des figures ſem-

blables, quand la préparation a été faite avec un même sel; si l'on a employé, par exemple, celui qui vient de la mer, & qu'on fait servir communément à l'usage des tables : ce qu'on apperçoit avec le microscope, ressemble à des petits cubes. *Figure 8.* I. LEÇON.

EXPLICATIONS.

Les parties de ce sel que l'eau avoit divisées, & qu'elle tenoit en dissolution, se sont fixées sur le verre du porte-objets, pendant que la partie liquide s'est évaporée. Avant cette évaporation de l'eau, le secours du microscope ne suffit pas pour les rendre visibles, parce qu'alors elles sont encore trop divisées & trop minces pour être apperçues; mais à mesure que la liqueur les abandonne, elles se rapprochent, & elles forment des molécules d'un plus grand volume; & quand bien même elles resteroient aussi petites qu'elles étoient dans l'eau, nous ferons voir ailleurs qu'à grandeurs égales, des corps diaphanes se voient mieux, lorsqu'ils sont plongés dans l'air, que dans tout autre liquide transparent plus matériel.

I. LEÇON.

Chaque ſel qui ſe cryſtalliſe, affecte ordinairement une figure qui lui eſt propre, & qui dépend vraiſemblablement de la figure même de ſes moindres parties. Le ſel marin, par exemple, forme des cubes, le ſalpêtre des aiguilles, le ſucre des globules, &c. *Figures* 9 & 10.

APPLICATIONS.

L'uniformité de figures dans les molécules, n'eſt point une qualité particuliere aux ſels; on en rencontre beaucoup d'autres exemples, ſurtout dans le genre minéral: le cryſtal de roche, & la plupart des pierres tranſparentes paroiſſent aſſez ſouvent en petit comme en grand, ſous la forme de priſme ou de pyramide exagone; mais on n'en doit pas conclure du particulier au général, que les parties inſenſibles de tous les corps ſont autant de petits modeles de ce qu'ils ſont en plus grand volume.

Le ſel, à cauſe de ſon extrême diviſibilité, & de la figure anguleuſe & pointue de ſes parties, s'inſinue fort aiſément dans les pores de toutes les

matieres animales, végétales, ſolides ou liquides : & par cette raiſon on l'emploie avec ſuccès pour les conſerver. Car la corruption n'étant rien autre choſe qu'un déplacement de parties, qui change l'état des molécules, dans les Corps mixtes, tout ce qui pourra contenir ces parties dans l'ordre qu'elles ont reçu de la nature, empêchera néceſſairement que les petits composés qui réſultent de leur aſſemblage, ne ſoient altérés ; & au contraire tout ce qui donnera lieu au mouvement des moindres parties, occaſionnera corruption. Or les particules ſalines, comme autant de coins, rempliſſent les petits vuides, ſoutiennent & appuient les particules ſolides, arrêtent le progrès de l'évaporation, & conſervent au moins pour quelque temps l'état naturel. C'eſt ainſi que la chair des animaux, lorſqu'elle eſt ſalée, demeure plus longtemps propre à nos uſages ; & que les fruits confits dans le ſucre ſe gardent pendant pluſieurs années.

Cette prodigieuſe variété de figures, que l'on obſerve dans tous les Corps inanimés, & dans les petites

I. LEÇON.

masses qui les composent, n'est ni moins grande, ni moins admirable dans le genre animal : le même instrument qui vient de nous faire voir les angles & les pointes des parties salines, nous découvre aussi un monde de petits Êtres vivants, de petits insectes, que nous n'eussions peut-être jamais soupçonné d'exister, dont nous n'eussions certainement pas deviné les formes, & qu'on doit être curieux de connoître ; c'est pourquoi j'ajouterai encore l'expérience suivante, pour achever de faire voir combien la nature a varié la figure des Corps en tout genre.

III. EXPÉRIENCE.

PRE'PARATION.

On fait passer sous la lentille objective du microscope le troisieme verre du porte-objets, sur lequel on a mis avec la pointe d'un cure-dent, une petite goutte d'une des liqueurs dont on va donner la préparation.

1° Dans un vaisseau dont l'ouverture soit un peu large, il faut mettre macérer avec de l'eau un peu de foin haché,

haché, de la paille, des fleurs de différentes eſpeces & des parties de plantes quelconques, & l'expoſer environ une ſemaine à l'air libre, mais à l'ombre pendant un temps chaud; ou bien ſi l'on en a la commodité, on pourra, ſans attendre, puiſer un peu d'eau dans quelque mare aux endroits où il y a de la mouſſe verte, ou quelques autres plantes aquatiques.

I. LEÇON.

2° Dans une fiole de verre qu'il faut tenir ouverte, il faut expoſer de même du vinaigre commun.

3° Dans un verre à boire, ou dans quelque vaſe équivalent, il faut garder pendant quatre ou cinq jours de l'eau qui ſe trouve dans les écailles d'huitres, lorſqu'on les ouvre.

EFFETS.

On apperçoit dans la premiere liqueur, une infinité de petits animaux qui paroiſſent de différentes eſpeces, ſoit par leurs figures, ſoit par leurs façons de ſe mouvoir, qui ſont extrêmement variées. Les uns ſemblables à des petites boules *a*, s'élancent en ligne droite, & forment toujours des angles bien marqués, quand ils changent de *Fig.* 11.

I. LEÇON.

directions ; les autres *b*, plus allongés, & d'une forme ovale, ne font que tournoyer ; plusieurs laissent appercevoir distinctement des pattes, une queue souvent fourchue, & des antennes ; d'autres *c*, composés d'anneaux, se meuvent à la maniere des vers de terre, ou comme les sang-sues. On apperçoit à quelques-uns les principaux organes, & la circulation des humeurs ; & pour peu qu'on observe avec attention, on découvre bientôt jusqu'à la cause finale de leurs mouvemens ; car on en voit qui dévorent les autres, & l'on conçoit sans peine que les uns se meuvent pour joindre leur proie, & les autres pour éviter d'être pris.

Fig. 12. Dans le vinaigre qui a été exposé plusieurs jours à l'air par un temps doux on voit des insectes qui par leur figure ressemblent beaucoup à des petites anguilles très-vives : il arrive très-rarement qu'on les trouve mêlés avec des animaux qu'on puisse juger d'une autre espece.

Fig. 13. L'eau des huitres contient un nombre infini de petits animaux qui se ressemblent par la figure, & par

la maniere de ſe mouvoir : la petite goutte dans laquelle ils nagent, paroît ſemblable à un baſſin, dans lequel on verroit fourmiller une quantité prodigieuſe de carpes ſans nageoires & ſans queue ; la tranſparence de leurs corps eſt telle qu'on apperçoit aiſément les parties intérieures.

I. LEÇON.

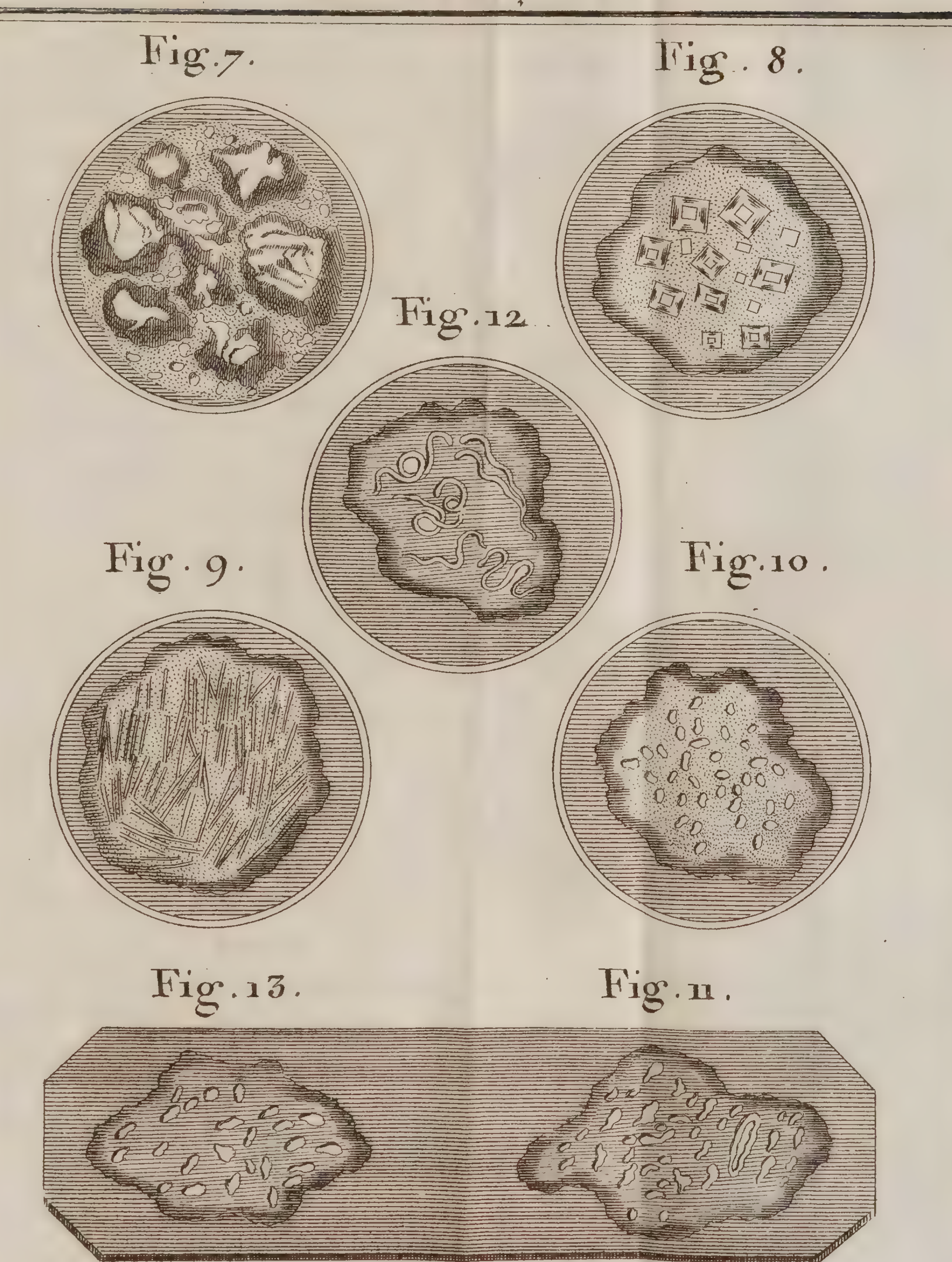
EXPLICATIONS.

La nature a varié la figure des plus petits animaux, autant & peut-être plus encore que celle des grands : mais dans ceux-là, comme dans ceux-ci, elle eſt uniforme & conſtante pour chaque eſpece. Ainſi le vinaigre préparé comme nous l'avons dit, fait voir des anguilles qui ne different que par la grandeur ; & l'eau d'huitres ne contient pour l'ordinaire que ces animaux dont nous avons parlé.

La premiere liqueur cependant en contient pluſieurs qui ne ſe reſſemblent ni par la figure, ni par la maniere de ſe mouvoir ; ce n'eſt point une raiſon pour conclure que la figure de ces petits êtres animés eſt

I. LEÇON.

un effet du hazard ; & qu'une ſeule & même eſpece affecte indifféremment celle-ci ou celle-là. Cette liqueur dont il s'agit, eſt une infuſion de pluſieurs ſortes de plantes, où différents animaux rencontrent leur nourriture ; & l'eau commune qui en eſt la baſe, eſt un milieu qui peut convenir en même temps à ceux qui ſe nourriſſent d'herbes, & à ceux qui ſont voraces. Le bróchet vit dans la même eau que la carpe, quoiqu'ils ſe nourriſſent l'un & l'autre bien différemment ; & l'hiſtoire des inſectes nous fournit nombre d'exemples qui ont un rapport bien plus direct & plus prochain avec cette ſuppoſition. Il n'en eſt pas tout-à-fait de même du vinaigre ou de l'eau d'huitres : il eſt probable que ces deux liqueurs ne conviennent qu'à très-peu d'eſpeces de ces petits animaux ; & le milieu qu'ils habitent, les met vraiſemblablement à l'abri de la pourſuite des autres. J'ai eſſayé pluſieurs fois de mettre enſemble des inſectes d'eau douce avec ceux du vinaigre, ou avec ceux de l'eau des huitres ; les premiers ont toujours péri dans le premier inſtant.


Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 12.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 13.
Fig. 11.

I. LEÇON.

APPLICATIONS.

Les inſectes ont été regardés fort long-temps comme les enfants de la corruption, & de la pourriture des autres corps. L'erreur des Anciens touchant leur origine a été telle, qu'ils ont cru pouvoir les faire naître artificiellement, en obſervant certains procédés dont ils ont même oſé donner des recettes. Ce que le préjugé populaire avoit établi, des Philoſophes ont tâché de le confirmer, & d'en rendre raiſon; & les ſyſtêmes que cette opinion a fait naître, ont trouvé des défenſeurs juſques dans ces derniers temps. Mais l'hypotheſe la plus ingénieuſe peut-elle tenir contre des faits qu'il n'eſt plus permis d'ignorer? Les Naturaliſtes modernes, mieux inſtruits qu'on ne l'étoit autrefois de l'hiſtoire des inſectes, leur ont donné une origine plus noble & plus vraie; ils ont reconnu & conſtaté par des obſervations qui ne laiſſent plus rien d'obſcur, que la génération de ces petits animaux eſt auſſi bien réglée, & d'une uniformité auſſi conſtante

I. LEÇON.

pour chaque eſpece, que celle des lions & des chevaux, &c. Ils ont répondu par des expériences déciſives à des apparences trompeuſes & trop peu approfondies, ſur leſquelles on appuyoit l'ancienne opinion. Telle matiere corrompue, diſoit-on, fait voir des vers & des mouches; peut-on douter que ces animaux ne doivent leur exiſtence à cette corruption? Comme ſi l'on pouvoit conclure qu'un cadavre de cheval engendre des corbeaux, parce qu'il arrive ſouvent qu'on y trouve de ces oiſeaux voraces aſſemblés, ou qu'un pré fait naître des moutons, parce qu'on y en rencontre des troupeaux qui paiſſent: on pardonneroit de le ſoupçonner à quiconque ne ſauroit pas que les oiſeaux font des nids pour perpétuer leur eſpece, & qu'un agneau vient d'une brebis. Si l'on peut en quelque façon excuſer ceux qui les premiers ont été trompés par les apparences, parce qu'alors on n'étoit nullement inſtruit de la vraie maniere dont naiſſent ces petits animaux, ſi différents des autres par leurs tailles & par leurs figures, pré-

ſentement que l'on ſait comment s'engendrent ceux qui ſont aſſez viſibles pour être obſervés, il n'eſt plus permis de penſer que la nature ſi conforme à elle-même, prenne d'autres voies pour multiplier ceux qu'une extrême petiteſſe permet à peine d'appercevoir avec le microſcope, ni qu'elle abandonne au hazard le ſoin de les faire naître. I. LEÇON.

Il faut donc bien ſe garder de croire que les petites anguilles qu'on apperçoit dans le vinaigre, ainſi que les petits animaux qu'on obſerve dans les infuſions des plantes, ſoient des parties putréfiées de ces végétaux qui ſe convertiſſent en corps animés. L'expérience apprend que, ſi l'on tient les vaiſſeaux fermés, il ne s'y engendre rien; mais on doit penſer que quand ils ſont ouverts, les meres que l'air tranſporte de côté & d'autre, y vont dépoſer leurs œufs ou leurs vermiſſeaux, comme dans un lieu qui doit faciliter leur développement, fournir à leur nourriture, & les faire croître. Cette conjecture, (ſi c'en eſt une,) eſt ſolidement appuyée ſur des exemples : combien

I. LEÇON.

d'eſpeces de mouches voyons-nous aller placer leurs œufs dans des eaux croupies, où le vermiſſeau venant à éclorre, ſe nourrit, & prend ſon accroiſſement juſqu'à ce que le temps de ſa métamorphoſe étant arrivé, il s'éleve dans l'air avec une nouvelle forme, & des ailes qui le rendent ſemblable à ſa mere ?

Quelque intéreſſante que ſoit cette matiere, je ne dois pas m'y arrêter davantage : le Lecteur curieux d'en être plus amplement inſtruit, doit conſulter l'Hiſtoire des inſectes, par M. de Reaumur ; c'eſt-là qu'il fera connoiſſance avec ce peuple nouveau ; c'eſt le bien voir que de le voir par les yeux d'un tel Obſervateur. Il me ſuffira de remarquer ici, que ſi l'on eſt ſenſible à cette prodigieuſe variété de figures par leſquelles la nature a différencié les plus petits corps, il n'eſt point de genre qui fourniſſe plus à notre curioſité, que celui des inſectes, où l'on doit admirer également & les différences qui caractériſent les eſpeces & l'uniformité qui regne dans chacune.

III. SECTION.

De la ſolidité des Corps.

LA *ſolidité* d'un corps n'eſt autre choſe que la quantité de matiere qui eſt liée enſemble ſous ſon volume : je dis qui eſt liée enſemble ; car s'il arrivoit qu'une matiere étrangere paſſât librement à travers d'un corps, & qu'elle y exerçât ſes mouvements avec indépendance, comme l'eau de la riviere qui baigne intérieurement un monceau de pierres qu'elle rencontre dans ſon lit, cette matiere ne contribueroit en rien à la ſolidité dont il eſt ici queſtion. Elle l'augmenteroit au contraire, ſi elle ſe trouvoit fixée ſous le même volume, comme ſi l'eau courante que nous venons de citer pour exemple, devenoit de la glace au moment qu'elle ſe trouve entre les pierres amoncellées. Un panier percé de toutes parts, & plongé dans un fluide, n'a que ſa propre ſolidité ; ſi c'eſt un morceau de bois, il eſt plus ſolide de toute la quantité d'eau

dont il eſt pénétré, & qu'il unit à ſa maſſe.

Etre ſolide eſt une propriété, non-ſeulement commune, mais même eſſentielle à tous les corps; ſoit qu'on les conſidere en tout, ſoit qu'on n'ait égard qu'à leurs parties les plus ſimples. C'eſt auſſi le ſigne le moins équivoque de leur exiſtence. Des illuſions d'optique en impoſent quelquefois à nos yeux; nous ſommes tentés de prendre des fantômes pour des réalités: mais en touchant, nous nous aſſurons du vrai, par la perſuaſion intime où nous ſommes, que tout ce qui eſt corps eſt ſolide, capable par conſéquent de réſiſtance, & qu'on ne peut placer le doigt ou autre choſe dans un lieu qui eſt occupé par une matiere quelconque, ſans employer une force capable de la pouſſer ailleurs.

Toute réſiſtance phyſique annonce donc une ſolidité réelle plus ou moins grande; c'eſt une vérité tellement avouée, que je ne crois pas qu'elle ait beſoin d'autre preuve que l'habitude où l'on eſt de confondre les deux idées, quoiqu'à parler exacte-

ment, l'une repréſente la cauſe, & l'autre l'effet. Mais il y a tel cas où l'une & l'autre (la ſolidité & la réſiſtance) échappent à nos ſens, ou à notre attention. Certains corps nous touchent ſans ceſſe, nous touchent par-tout également; l'habitude nous a rendu leur contact ſi familier que nous avons beſoin d'y réfléchir pour reconnoître l'impreſſion actuelle qu'ils font ſur nous. Qand on agit dans un air calme, il eſt peu de perſonnes qui penſent qu'elles ont continuellement à vaincre la réſiſtance d'un corps dont la ſolidité s'oppoſe à leurs mouvements. Si l'on ſortoit de l'athmoſphere pour y rentrer, on ſentiroit ſans réflexion l'attouchement de l'air, comme on ſent celui de l'eau quand on s'y plonge.

Ce qui fait encore que la ſolidité des fluides échappe à notre attention, c'eſt que leurs parties indépendantes les unes des autres, & d'une petiteſſe qui ſurpaſſe de beaucoup la délicateſſe de nos ſens, cedent au moindre de nos efforts, ſur-tout quand elles ſont en petite quantité: & nous ne penſons pas que nous

I LEÇON.

agiſſons, quand nous agiſſons très-peu.

Puiſque les fluides ſont les ſeuls corps dont la ſolidité ait en quelque façon beſoin d'être prouvée, & que la grande facilité qu'ils ont à céder, pourroit faire croire à ceux qui n'y feroient point aſſez d'attention, que ces ſortes de corps ſont incapables de réſiſtance, nous les emploierons par préférence dans les expériences que nous appellerons en preuves, & nous choiſirons l'air comme le moins ſolide de tous ceux qu'on peut retenir dans un vaiſſeau fermé, afin que ſa ſolidité bien établie ſur des faits, faſſe conclure, à plus forte raiſon, la même choſe pour tous les autres corps.

PREMIERE EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Dans un vaſe de cryſtal repréſenté par la *Fig.* 14, on verſe cinq ou ſix pintes d'eau bien claire; & l'on met flotter ſur la ſurface de l'eau un petit morceau de liege *A*; on deſcend enſuite perpendiculairement le vaſe *B*, afin que l'air qu'il contient ne puiſſe pas s'échapper.

EFFETS.

La partie de la ſurface de l'eau qui répond à l'ouverture du vaiſſeau *B*, s'abaiſſe à meſure qu'on le fait deſcendre ; le petit morceau de liege qui flotte deſſus, rend cet abaiſſement ſenſible, & fait voir qu'il n'entre point d'eau dans le vaiſſeau *B*.

EXPLICATION.

Le vaiſſeau *B*, contient une colonne d'air qui remplit ſa capacité; cette maſſe fluide, quoiqu'elle ait peu de denſité, eſt pourtant compoſée de parties réellement ſolides qui ne peuvent être déplacées par un autre corps, à moins qu'on ne leur ouvre une nouvelle place qu'elles puiſſent aller occuper. Comme le vaiſſeau *B* eſt fermé de toutes parts, & que l'eau qui ſe préſente à ſon ouverture eſt plus peſante que l'air, ce dernier fluide ne peut ſortir du lieu où il eſt ; & comme il eſt ſolide en ſes parties, il ſe comporte à l'égard de l'eau qu'il rencontre, comme tout autre corps dont les parties ſeroient liées. Ainſi la ſurface de l'eau baiſſe autant qu'on

I. LEÇON.

fait deſcendre le vaſe qui contient l'air ; ce qui devient évident par le petit morceau de liege qui flotte deſſus.

Quoique l'air du vaiſſeau *B*, s'oppoſe à l'eau qui fait effort pour y entrer, ſa réſiſtance n'eſt point telle qu'elle l'en exclue entiérement. Nous verrons ailleurs qu'une maſſe d'air eſt un corps flexible, & qu'elle peut ſe reſſerrer dans un plus petit volume quand on l'y force : nous ferons voir auſſi qu'un corps plongé dans un fluide, y eſt d'autant plus preſſé, qu'il y deſcend plus avant. Ces deux principes une fois ſuppoſés, expliquent fort bien pourquoi l'eau s'éleve un peu dans le vaiſſeau *B*, nonobſtant la réſiſtance de l'air ; ce qui arriveroit auſſi en ſubſtituant à l'air toute autre matiere flexible & incapable de ſe mêler avec l'eau, comme nous le prouverons en parlant de la compreſſibilité des corps. Mais quelque choſe qui arrive, & à quelque profondeur que l'on porte le vaiſſeau *B*, jamais l'eau ne réduira le volume d'air à zéro pour occuper toute la place. Quand une fois l'effort qui ſe

fait à la baſe, aura rapproché les parties autant qu'elles peuvent l'être, il n'eſt point de force qui le reſſerre dans un plus petit eſpace ; ce qui ſuffit pour prouver que ce fluide a, comme tous les autres corps, une ſolidité abſolue.

APPLICATIONS.

Par l'expérience précédente, pour peu qu'on y penſe, on apprend pourquoi l'on ne remplit point un pot, ou tout autre vaſe ſemblable, quand on le plonge l'orifice en bas ; par quelle raiſon l'entonnoir dont le canal remplit trop exactement le col d'une bouteille, n'eſt point propre à y introduire une liqueur, & ce qui oblige d'avoir recours à certaines voies extraordinaires, pour remplir des vaiſſeaux qui ne ſont ouverts que par un très-petit canal, comme la caſſolette de la 3e *Exp.* 1re *Sect.* Le préjugé, ou l'habitude que nous avons, de vivre dans l'air, nous fait regarder comme vuide tout ce qui n'eſt plein que de ce fluide ; dans cette confiance mal fondée, nous croyons qu'une liqueur n'a qu'à ſe

I. LEÇON.
préſenter de quelque façon que ce ſoit à l'ouverture d'un vaſe, pour y trouver accès ; mais nous devrions faire attention que toutes ſes capacités ſont naturellement remplies d'air comme elles ſeroient pleines d'eau ſi elles avoient été fabriquées au fond d'un étang, & qu'elles n'en fuſſent jamais ſorties : nous devrions penſer de plus, que l'air ayant de la ſolidité dans ſes parries, on ne doit pas prétendre de loger avec lui un autre corps dans le même lieu ; & qu'ainſi pour mettre de l'eau, du vin, &c. dans une bouteille, il faut que l'air puiſſe paſſer entre le col & l'entonnoir pour faire place à la liqueur. Mais quand ce col eſt tellement étroit qu'il ne peut pas donner en même-temps un paſſage libre à deux matieres qui coulent en ſens contraire, c'eſt-à-dire, à la liqueur qu'on veut faire entrer, & à l'air qui doit ſortir ; il faut que cela ſe faſſe ſucceſſivement. C'eſt pourquoi quand on veut introduire l'eſprit de lavande dans la caſſolette que nous avons citée, on commence par la chauffer ; & quand l'action du feu

a

a fait ſortir une bonne partie de l'air qu'elle contenoit, on plonge le col dans la liqueur qui va prendre ſa place. Nous ne conſidérons maintenant dans cet effet que le déplacement d'un fluide qui doit précéder l'introduction d'un autre. Lorſque nous expliquerons les propriétés de l'air, nous ferons connoître comment un vaſe que l'on chauffe, perd une grande partie de l'air qu'il contient.

Nous avons dit pourquoi l'air ne peut point s'échapper du vaiſſeau *B* dans l'expérience précédente; c'eſt par la même raiſon qu'il demeure dans la cloche du plongeur, & qu'il fournit à ſa reſpiration pendant quelque temps. C'eſt par la raiſon contraire que l'on puiſe commodément une liqueur dans un vaſe qu'on ne veut pas remuer, avec une eſpece de chalumeau renflé par le bas, comme il eſt repréſenté par la *Fig.* 15. Car comme cet inſtrument eſt ouvert en *C*, l'air s'échappe par cette iſſue, à meſure que la liqueur s'introduit par l'orifice *D*; & l'expérience ſuivante apprendra comment on peut le tranſporter plein,

en empruntant la résistance de l'air extérieur.

II. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

La *Fig.* 16 représente une espece de fontaine, dont le canal *EF* est ouvert de part & d'autre ; la partie *E* est élevée d'environ 2 lignes au-dessus du fond du bassin *GH*, qui est percé au centre : on remplit d'eau le réservoir *IK*, jusques aux $\frac{3}{4}$ ou environ.

EFFETS.

Cette fontaine coule à plusieurs reprises par les petits canaux 1, 2, 3, 4, tant que l'eau contenue dans le réservoir peut fournir à cet effet.

EXPLICATIONS.

Lorsque le canal *EF* est ouvert, il laisse un passage libre à l'air qui exerce intérieurement sa pression sur la surface de l'eau en *IK*. Il y a alors

deux causes qui concourent à l'écoulement; la pression de l'air intérieur, & le poids de l'eau. De ces deux causes, la premiere est contre-balancée par la résistance de l'air extérieur qui répond au bout de chacun des petits canaux 1, 2, 3, 4, & qui s'oppose par dehors à la chûte de l'eau avec une force égale à la pression qui la sollicite par dedans; la seconde cause, (le poids de l'eau) subsiste entiérement, & suffit pour la faire couler. Mais si le canal *EF* vient à se boucher, l'air intérieur cessant de presser la surface de l'eau en *IK*, laisse agir librement celui du dehors, dont la résistance l'emporte sur la pesanteur du liquide, & l'écoulement cesse. On se sert assez ingénieusement de l'eau même qui s'écoule, pour causer les intermittences. Comme elle ne peut sortir du bassin *GH*, qui la reçoit, que par le trou qui est au centre, elle s'y trouve d'abord, & pendant quelque temps, en assez grande quantité pour noyer l'extrêmité *E* du canal; & ce n'est que quand elle est écoulée, qu'il se trouve ouvert de nouveau, & qu'il rend le passage à l'air.

I. LEÇON.

APPLICATIONS.

On trouve en différents lieux des ſources intermittentes dont les écoulements ſont périodiques; ces effets naturels qui ſe rencontrent aſſez ordinairement dans le voiſinage des montagnes, dépendent bien ſouvent de pluſieurs cauſes qui s'entr'aident pour la même fin; mais comme les différentes explications qu'on en donne, ſont la plûpart fondées ſur certaines propriétés de l'air que nous n'avons point encore fait connoître, nous différons de les rapporter, juſqu'à ce que l'ordre que nous nous ſommes propoſé dans cet ouvrage, nous ait donné lieu de traiter de ce fluide. Nous ſuppoſons ſeulement ici, (ce qu'il a de commun avec tous les autres corps) qu'il eſt capable de réſiſter & d'agir ſur d'autres matieres; & nous en trouvons des preuves non-ſeulement dans les expériences que nous venons de citer, mais encore dans pluſieurs effets que nos propres beſoins nous mettent tous les jours ſous les yeux.

La néceſſité de tenir ouverte la partie *C* de l'inſtrument cité ci-deſſus * pour permettre à l'eau d'y entrer par l'extrêmité *D*, ne laiſſe point ignorer la réſiſtance de l'air qui reſteroit enfermé. Mais quand on veut tranſporter la liqueur qu'on a puiſée, c'eſt encore par une ſemblable réſiſtance employée en dehors, qu'on en vient à bout. En fermant avec le doigt la partie *c* du canal, on donne lieu à l'air extérieur d'oppoſer toute ſa force en *d* à la chûte du liquide renfermé. Les lampes & les encriers dont les réſervoirs ſont des bouteilles renverſées, comme le repréſente la *Fig.* 17, ne ſont encore que des exemples variés des mêmes effets. Si l'on faiſoit la moindre petite ouverture en la partie ſupérieure *L* du vaſe, la liqueur ſe trouveroit alors entre deux puiſſances égales ; car l'air qui réſiſteroit en *M* ne feroit qu'équilibre à celui qui preſſeroit par *L*, & l'huile ou l'encre obéiroit librement à ſa peſanteur qui ne lui permettroit pas de reſter ſuſpendue au-deſſus de ſon niveau. Mais tant que le réſervoir eſt fermé par le haut, l'air qui s'oppoſe en *M*, a des forces ſuffiſantes pour

I. LEÇON.

* *Fig.* 15.

I. LEÇON.

ſoutenir la liqueur. Un tonneau plein, quoiqu'ouvert par un trou de vrille, trompe encore l'attente de celui qui l'a percé, s'il oublie de lui donner de l'air par le haut. C'eſt encore par la même cauſe, qu'une bouteille bien bouchée par le col, au fond de laquelle on a fait ſecrétement un trou, inonde & ſurprend beaucoup celui à qui on la donne à déboucher.

La ſolidité des corps ſe nomme auſſi *Impénétrabilité ;* mais ce terme a beſoin d'être expliqué pour prévenir des objections tirées de certaines expériences, par leſquelles il paroît que pluſieurs matieres mêlées enſemble confondent leurs grandeurs, & ſe pénétrent mutuellement : une éponge, par exemple, reçoit intérieurement une quantité d'eau qui ſemble perdre ſon propre volume, puiſque celui ſous lequel elle ſe trouve renfermée après cette eſpece de pénétration, n'en eſt point ſenſiblement augmenté ; un vaiſſeau plein de cendres ou de ſable admet encore une grande quantité de liqueur ; & parties égales d'eſprit-de-vin & d'eau mêlées dans le même vaſe, y tiennent

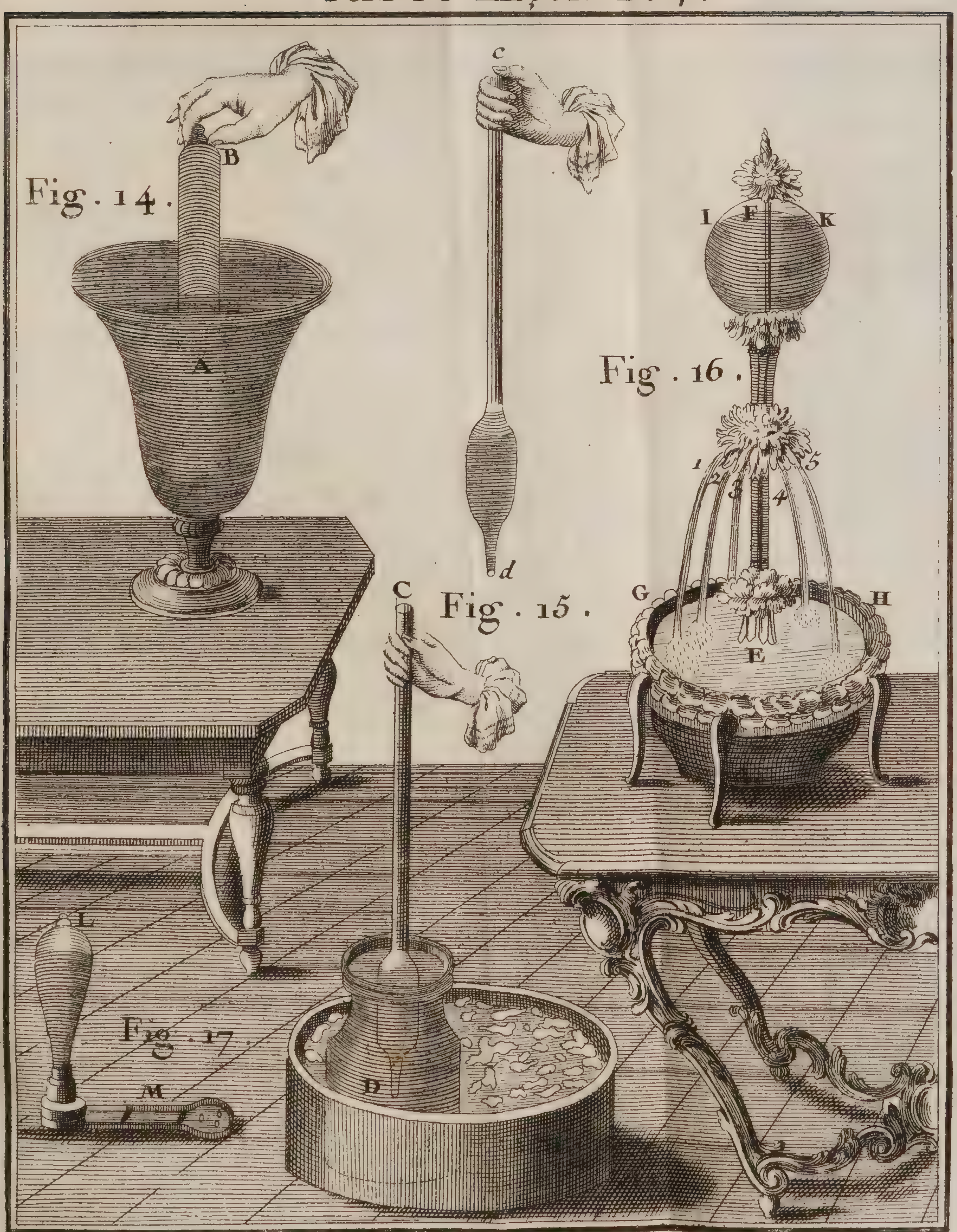
moins de place qu'elles n'en occupoient avant le mêlange : la matiere est-elle donc pénétrable ? ou si elle ne l'est pas, dans quel sens faut-il entendre son impénétrabilité ?

C'est qu'il faut soigneusement distinguer la grandeur apparente des corps, de leur solidité réelle. Les parties indivisibles (s'il y en a) sont absolument impénétrables. Celles même d'un ordre inférieur, qui commencent à être composées, ne sont encore vraisemblablement jamais pénétrées par aucune matiere ; en un mot, il y a dans tous les corps quels qu'ils puissent être une certaine quantité de parties qui occupent seules les places qu'elles ont, & qui en excluent nécessairement tout autre corps. Mais ces parties solides & impénétrables qui font proprement la vraie matiere de ces corps, ne sont pas tellement jointes ensemble qu'elles ne laissent entr'elles des espaces qui sont vuides, ou qui sont pleins d'une autre matiere qui n'a aucune liaison avec le reste, & qui cede sa place à tout ce qui se présente pour l'en exclure ; en admettant ces petits interstices, dont nous prouve-

I. LEÇON. rons l'exiſtence dans la Leçon ſuivante, on conçoit très-facilement que l'impénétrabilité des corps doit s'entendre ſeulement des parties ſolides qui ſe trouvent liées enſemble dans le même tout, & non-pas du compoſé qui en réſulte.



II. LEÇON.


Fig. 14.
B
A
c
d
Fig. 15.
C
D
Fig. 16.
I
F
K
1
2
3
4
5
G
H
E
L
Fig. 17.
M



II. LEÇON.

De la Porosité, Compressibilité, & Elasticité des Corps.

PREMIERE SECTION.

De la Porosité.

LA Porosité des corps n'est autre chose que le vuide qui se trouve entre leurs parties solides; & par ce mot de *vuide* nous ne prétendons pas faire entendre des espaces privés de toute matiere: il est indubitable que la plus grande partie de ces interstices loge des fluides dont la présence se manifeste par mille preuves. Quand je plonge dans l'eau une éponge seche, ou une pierre tendre, j'en vois sortir beaucoup d'air, à mesure que l'eau y pénetre: & quand je fais sécher des matieres humides, elles deviennent plus légeres à mesure qu'elles perdent, par l'évaporation, ce que leur po-

roſité avoit admis. Ces corpuſcules étrangers ne rempliſſent que les plus grands vuides : la matiere du feu, celle de la lumiere que nous voyons paſſer dans des corps impénétrables à l'air, à l'eau, &c. ne nous permettent point de douter qu'il n'y ait des pores d'un autre ordre, qui ſe rempliſſent de ces fluides beaucoup moins groſſiers que les autres ; mais quand on conſidere la matiere propre d'un corps, c'eſt toujours en faiſant abſtraction de toutes ces matieres étrangeres, qui ſuivent d'autres loix, & qui ne participent point à ſes affections. On peut croire auſſi qu'après ces premiers vuides, qui n'en ſont point à proprement parler, puiſqu'ils ſont pleins d'une autre matiere, il en eſt d'autres plus petits & qui le ſont au ſens littéral. La liberté requiſe pour les mouvements, ſemble l'exiger ; mais s'ils exiſtent dans la nature, ils ne ſont point ſuſceptibles d'aucune preuve d'expérience. En exceptant donc ſeulement les parties ſimples & primordiales des corps, nous établiſſons comme une propoſition générale, que tout ce qui eſt compoſé de parties

matérielles eſt poreux, les corps durs comme les liqueurs, ceux qui ſont organiſés comme ceux qui ne le ſont pas: & s'il y a quelque différence dans les uns & dans les autres, ce n'eſt que par la grandeur, par le nombre, par la figure ou par l'arrangement des pores.

PREMIERE EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

La *Figure premiere* repréſente une machine pneumatique, ſur la platine de laquelle on a établi un canon de verre *N O*, terminé en haut par un vaſe de bois de chêne *P*, qui a été creuſé ſelon le fil du bois, & dont le fond eſt épais d'environ 3 lignes; on met de l'eau dans ce vaſe, & l'on fait agir la pompe.

EFFETS.

Après quelques coups de piſton, l'eau contenue dans le vaſe de bois paſſe à travers le fond, & tombe par gouttes dans le canon de verre; le bois s'étend, & quelquefois le vaiſſeau ſe fend.

II. LEÇON.

EXPLICATIONS.

La machine pneumatique eſt un inſtrument qui ſert à pomper l'air qui eſt renfermé dans un vaiſſeau. Nous nous abſtiendrons de rien dire ici de ſa conſtruction & de ſes différents uſages, parce que c'eſt une choſe étrangere à notre objet préſent, & qui trouvera naturellement ſa place dans les leçons qui traiteront des propriétés de l'air. Il nous ſuffira de dire ici qu'en faiſant agir la pompe de cette machine dans l'expérience précédente, on peut ôter l'air qui eſt contenu dans le canon de verre *N O*.

Un morceau de bois conſidéré ſelon ſa longueur, eſt un aſſemblage ou un faiſceau de petites fibres renfermées ſous l'écorce qui leur ſert d'enveloppe commune. On peut s'en faire une idée, (fort groſſiere à la vérité) en ſe repréſentant une botte d'alumettes couvertes d'un fourreau. Quelque menues que puiſſent être ces fibres ligneuſes, elles ne s'approchent jamais de maniere qu'elles ne laiſſent entr'elles des interſtices qui forment autant de petits canaux. En creuſant

le vaſe de l'expérience précédente, on a réduit la longueur de ces canaux à l'épaiſſenr du fond, qui n'eſt que de deux ou trois lignes; ainſi l'on peut conſidérer ce fond comme un crible ouvert par une infinité de petits trous qui paſſent d'une ſurface à l'autre; cependant les pores du bois de chêne ſont ſi petits, que l'eau dont on remplit le vaiſſeau, aidée de ſon ſeul poids, ne peut ſe faire jour à travers. Il faut emprunter une force étrangere qui la mette en état d'agrandir les paſſages & de pénétrer; on ſe ſert ici de la preſſion de l'air extérieur, qui agit toujours ſur la ſurface de l'eau, mais qui ne peut avoir ſon effet que quand on diminue, ou qu'on fait ceſſer la réſiſtance de celui qui eſt renfermé dans le canon de verre, & qui lui fait équilibre, tant qu'il y reſte : ainſi après quelques coups de piſton, l'eau pouſſée par dehors n'étant plus ſoutenue par dedans *N O*, ſe filtre à travers le fond du vaſe de bois, & s'amaſſe en gouttes qui forment en tombant une eſpece de pluie.

Les pores n'ont pas pu s'agrandir, que les parties ſolides du bois ne ſe

ſoient écartées les unes des autres, & que la ſurface ne ſe ſoit étendue; mais ſi la circonférence que l'eau pénetre moins, ne s'étend pas proportionnellement autant que le milieu, le fond du vaſe deviendra courbe, ou le vaſe lui-même s'ouvrira par quelque fente.

APPLICATIONS.

Les bois qu'on nomme *tendres*, (parce qu'étant plus poreux que les autres, ils ſont plus aiſés à couper) lorſque leur ſurface n'eſt enduite d'aucune matiere graſſe, deviennent humides, quand ils ſont plus ſecs que l'air qui les touche; ou bien ils perdent une partie de leur humidité, s'ils ſont dans un air qui en ait moins qu'eux: parce qu'il eſt de la nature des fluides de s'étendre par-tout avec égalité; & comme l'état de l'athmoſphere varie ſans ceſſe, les bois, ainſi que tous les corps ſpongieux, ſouffrent continuellement des alternatives d'humidité & de ſéchereſſe; ce qui cauſe des variations dans leurs volumes; les ſurfaces augmentent d'étendue dans un temps, dans un autre elles dimi-

nuent. C'eſt par cette raiſon que les charpentes dans les bâtiments neufs, que les cloiſons de ſapin, que les lambris & autres ouvrages de menuiſerie qui n'ont point été faits avec des bois long-temps gardés à couvert, ſe fendent ſouvent avec éclat, & que les aſſemblages perdent leur juſteſſe & leur ſolidité; qu'une fenêtre qui ſe ferme aiſément dans un temps, ſe trouve trop large dans un autre, & peut à peine rentrer en place; qu'un tonneau entr'ouvert ſe raccommode en reſtant dans l'eau, &c. Car tous ces effets ne ſont autre choſe que des dimenſions augmentées par l'humidité, ou diminuées par la ſéchereſſe.

Ces ſortes de déſordres ne ſeroient pas à beaucoup près auſſi conſidérables qu'ils ſont, ſi la diminution ou l'augmentation des ſurfaces ſe faiſoit également par-tout & en même-temps; dans les ouvrages qui ſont d'une ſeule piece, ou qui ſont aſſemblés à colle, il n'arriveroit qu'un changement de grandeur qui ſeroit ſouvent d'une légere conſéquence: mais parce qu'un côté devient humide & plus grand, pendant que l'autre reſte ſec

II. LEÇON.

& ſans diminution, il s'enſuit des gerſures, des courbures, des difformités. C'eſt ainſi qu'un lambris ſe creuſe en dehors, quand la ſurface qui touche un mur humide, demeure plus étendue que l'autre; & qu'une porte ſe déjette, quand les pieces qui la compoſent, ne ſont pas également ſuſceptibles ou exemptes des impreſſions de l'air.

L'uſage des peintures à l'huile & des vernis remédie aſſez bien à ces ſortes d'inconvénients : en bouchant ainſi les pores du bois avec une matiere qui n'eſt point pénétrable à l'eau, non-ſeulement on empêche l'humidité d'y entrer, mais auſſi celle qui s'y trouve renfermée dans le temps qu'on finit l'ouvrage, n'en peut plus ſortir ; & c'eſt un moyen de conſerver un état conſtant aux choſes qui n'en peuvent changer que par le ſec ou par l'humide.

C'eſt une choſe admirable, que des parcelles d'eau qui s'inſinuent dans un corps ſolide, puiſſent ainſi par leurs petites forces multipliées, augmenter ſon étendue, nonobſtant les réſiſtances énormes qui font effort

quelquefois pour le retenir dans ses dimensions. On a vu des cables mouillés à dessein, se gonfler aux dépens de leur longueur; & faire approcher du point fixe où ils étoient attachés des masses prodigieuses. Une semblable expérience, & qui n'est pas moins digne d'attention, se passe tous les jours sous des yeux qui n'en remarquent pas tout le beau, dans les carrieres où l'on taille les meules de moulin. Ces sortes de pierres sont fort dures, & l'on n'est pas dans l'usage de les scier. On en choisit un bloc que l'on façonne en forme de cylindre d'un diametre convenable. Tandis qu'il repose sur sa base, on le partage par des tranchées circulaires & paralleles, à telle distance l'une de l'autre qu'il se trouve entr'elles de quoi faire autant de meules : mais comme ces tranchées ne peuvent pas aller jusqu'à l'axe du cylindre, il reste un noyau qu'il faut rompre à chaque tranche qu'on veut détacher; pour cet effet on remplit tout ce qu'on a creusé avec des coins de bois tendre & bien séchés, dont on augmente ensuite le volume en les mouillant par aspersion ou autrement.

Ce qu'il y a de merveilleux dans cette pratique, c'eſt que ni le poids, ni la dureté d'une telle pierre, ne puiſſe empêcher l'humidité d'avoir ſon effet ſur le bois, & que par un moyen ſi ſimple & ſi peu puiſſant en apparence, elle ſe ſépare de la maſſe dont elle fait partie (*a*).

II. EXPÉRIENCE.

PRE'PARATION.

En place du canon de verre de l'expérience précédente, on met celui qui eſt repréſenté par la *Figure* 2. Il eſt garni par le haut, d'un flacon de cryſtal, dont le fond eſt de cuir de buffle, & dans lequel on a mis du mercure juſques à la hauteur de deux doigts ou environ.

EFFETS.

Au premier coup de piſton, le mercure paſſe à travers le cuir, & tombe dans le tube par petits globules qui imitent une pluie d'argent.

(*a*) Quoique pluſieurs bons Auteurs aient fait mention de cette pratique, il faut convenir qu'elle n'eſt point en uſage dans tous les endroits où l'on fait des meules; j'ai appris que celles des environs de Jouarre, ne ſe détachent point ainſi.

EXPLICATIONS.

La peau de buffle qui ſert de fond au flacon, eſt comme celle de tous les autres animaux, très-poreuſe ; le mercure qui repoſe deſſus, n'eſt pas en aſſez grande quantité pour forcer le paſſage par ſon propre poids ; mais quand on y joint la preſſion de l'air extérieur, comme dans la premiere expérience, alors ſes petits globules ſe font jour, & imitent en tombant, une pluie d'argent, par leur nombre & par leur couleur.

APPLICATIONS.

La vie des animaux s'entretient par les aliments ; mais de tout ce qu'ils prennent par forme de nourriture, la nature n'en emploie qu'une très-petite partie à la ſubſiſtance du corps qui les digere : quand elle a fait ſon extrait, & qu'elle l'a placé ſelon ſes vues, elle a des voies par leſquelles elle fait ſe débarraſſer du ſuperflu : on croiroit volontiers que les évacuations les plus vulgairement connues ſont auſſi celles qui emportent la plus grande quantité de ces ſubſ-

II. LEÇON.

tances excédentes; mais il en eſt d'autres qu'on apperçoit moins, & qui operent davantage, parce qu'elles ſe font continuellement. Ce qu'on appelle *tranſpiration*, n'eſt autre choſe qu'une évaporation d'humeurs ſurabondantes qui ſe fait en plus grande partie par les pores de la peau: ſi elle eſt telle qu'elle rende la ſurface du corps notablement humide, elle ſe nomme tranſpiration ſenſible, ou vulgairement *ſueur*; & cet état n'eſt pas naturel, il ſuppoſe un exercice violent, ou quelque agitation extraordinaire dans les parties internes; mais l'animal le plus tranquille & qui ſe porte le mieux, n'eſt pas un inſtant ſans tranſpirer d'une maniere peu ſenſible à la vérité, mais ſi efficace à la longue, que ſelon les expériences de Sanctorius, de M. Dodart, & de quelques autres perſonnes qui les ont faites avec ſoin, la tranſpiration inſenſible enleve les cinq huitiemes de ce que nous mangeons & buvons en 24 heures.

On ne doit donc pas être ſurpris du dépériſſement & de la défaillance de ceux qui ſont trop long-temps

ſans manger, ou qui ne prennent que des ſubſtances peu capables de fournir à la réparation de celles qui ſe perdent continuellement par la tranſpiration : mais on a raiſon de l'être, quand on voit des léthargiques & certains animaux, comme les marmotes, les loirs, &c. vivre pluſieurs mois endormis, ſans prendre aucun aliment.

Ceux qui ont vu des corps vivants & endormis de cette ſorte, ont dû s'appercevoir que leur état reſſemble bien plus à un engourdiſſement général répandu dans toute l'habitude du corps, qu'au ſommeil naturel & commun. Dans un animal qui n'eſt ſimplement qu'endormi, ſelon le cours ordinaire de la nature, la reſpiration eſt ſenſible & fréquente ; la chaleur & la molleſſe des membres témoignent que les humeurs ſe meuvent & circulent avec liberté ; il n'y a pour ainſi dire qu'un pas à faire de ce ſommeil au réveil ; ainſi la tranſpiration continue, parce que ſes cauſes ſont à peu près les mêmes : mais dans un léthargique ce n'eſt pas la même choſe, tout eſt dans une inaction preſque entiere ; il ne differe d'un mort que par un

II. LEÇON.

reſte de mouvement qui ſe laiſſe à peine appercevoir, & qui le plus ſouvent ne ſe ranime plus : ou s'il ſe ranime enfin, l'extrême maigreur & la grande foibleſſe du malade marquent bien à ſon réveil la perte qu'il a faite de ſa ſubſtance par une tranſpiration plus lente, mais trop longue. J'ai obſervé quelquefois de ces eſpeces de rats qu'on nomme loirs : l'engourdiſſement où ils étoient, leur rendoit les membres auſſi roides que s'ils euſſent été morts ; à peine paroiſſoient-ils plus chauds que la muraille d'où on les avoit tirés ; preſque aucun ſigne de mouvement interne, & une difficulté pour les éveiller qui permettoit de les agiter de toute maniere, & même de leur faire des bleſſures. Dans un tel état, l'animal fait bien peu de diſſipation ; il peut donc le ſoutenir quelque temps ſans nourriture, & ce temps où il vit ainſi, eſt toujours celui de toute l'année, où la tranſpiration eſt moins abondante, c'eſt-à-dire, pendant le froid.

Dans les grandes chaleurs de l'été on tranſpire davantage, & d'ordinaire on mange moins que dans tou-

te autre ſaiſon ; les parties de l'eſtomac deſtinées à faire la digeſtion des aliments, ſe relâchent juſtement lorſqu'il ſeroit le plus néceſſaire qu'elles exerçaſſent leurs fonctions, les animaux ſont alors moins vigoureux, parce qu'ils perdent plus, & qu'ils réparent moins qu'en tout autre temps ; l'apétit & le beſoin de manger ne ſont point la même choſe.

Si la peau des animaux a des pores qui tranſmettent les humeurs du dedans au dehors, elle en a auſſi qui permettent le paſſage à des matieres qui agiſſent du dehors au dedans ; la Médecine applique extérieurement des remedes qui portent leurs effets juſqu'aux parties les plus internes, & qui ne permettent point de douter de cette derniere eſpece de poroſité.

III. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

On met un œuf dans un gobelet de verre plein d'eau claire, que l'on couvre d'un récipient, ſur la platine de la machine pneumatique, comme il eſt repréſenté par la *Fig.* 3.

II.
LEÇON.

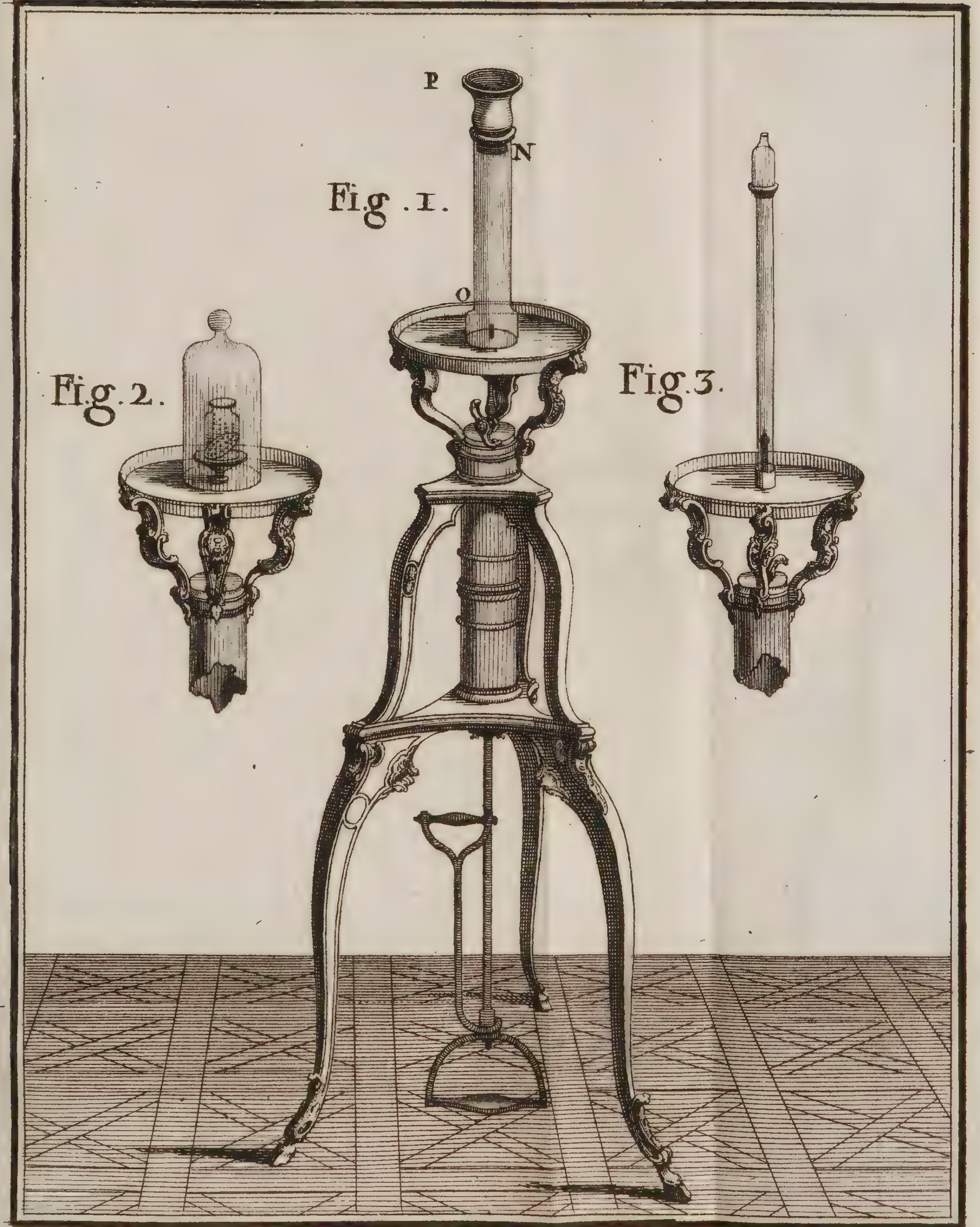
EFFETS.

Quand on fait agir la pompe pour ôter une partie de l'air qui eſt dans le récipient, toute la ſurface de l'œuf ſe couvre de petites bulles d'air qui ſe détachent peu à peu, pour gagner la ſurface de l'eau; & à certains endroits de l'œuf on remarque des petits jets d'air qui ſont formés par une ſuite continuelle des globules.

EXPLICATIONS.

La coque d'un œuf eſt poreuſe, & par cette raiſon il s'évapore en peu de jours une partie de ſa ſubſtance, qui eſt bientôt remplacée par l'air qui l'environne. Cet air contenu dans l'œuf n'en ſort point tant qu'il eſt retenu par la preſſion de l'athmoſphere: mais quand on diminue ou qu'on fait ceſſer cette preſſion, comme il arrive dès qu'on ôte l'air qui eſt dans le récipient, & qui preſſe l'eau contre toute la ſurface de l'œuf, auſſi-tôt l'air intérieur, par une propriété que nous expliquerons dans ſon temps, fait effort pour paſſer au dehors, & montre en ſortant les pores de la

coque


P
N
Fig. 1.
O
Fig. 2.
Fig. 3.

coque par leſquels il y étoit entré. La plupart des ces pores ſont ſi petits que l'air n'y paſſe qu'en parties inſenſibles ; mais l'adhérence mutuelle de ces particules les retient, juſqu'à ce que le volume augmenté par un aſſez grand nombre, ſoit forcé de s'élever à la ſurface de l'eau, par la différence qu'il y a entre les peſanteurs ſpécifiques des deux fluides.

La poroſité n'eſt point égale partout ; il y a des endroits où ces petits paſſages ſont plus ouverts, & par leſquels l'air paſſe aſſez librement, & en aſſez grande quantité, pour obéir tout d'un coup à ſa légéreté reſpective ; c'eſt ce qui donne lieu à ces petits jets qu'on remarque en différents endroits. L'eau que l'on met dans le gobelet, & dans laquelle l'œuf doit être entiérement plongé, ne ſert que pour faire appercevoir les bulles d'air qui ſortent de la coque, & qu'on ne pourroit pas remarquer, ſi elles paſſoient immédiatement dans l'air du récipient.

APPLICATIONS.

LES œufs qu'on nomme *frais*, ſont

ceux qui n'ont point encore perdu cette partie qu'on nomme *le lait*, & qu'on trouve d'abord en les ouvrant, quand ils ne ſont point trop cuits : ainſi, ſans avoir égard à la date, on pourroit nommer de même ceux qui ſeroient pondus depuis pluſieurs jours, mais à qui l'on auroit épargné cette diſſipation de ſubſtance, qui n'eſt qu'un effet de l'évaporation, qui ſe fait aſſez promptement par les pores de la coque. Non-ſeulement c'eſt une choſe curieuſe de conſerver frais par leurs qualités des œufs qui ſont vieux par le temps ; mais il y a un avantage réel à ſe procurer toujours en bon état un aliment qui devient ſouvent équivoque, quand il eſt gardé. Dans les voyages de mer, & dans les ſaiſons où les poules ne pondent point, ou très-rarement, c'eſt une véritable reſſource qu'une proviſion d'œufs qui ſont auſſi bons que s'ils étoient nouvellement pondus. Feu M. de Reaumur qui ne bornoit jamais ſes recherches à des ſpéculations de ſimple curioſité, nous en a offert un moyen qui paroît auſſi ſimple & plus ſûr que tous ceux qu'on avoit imagi-

nés avant lui. Il conseilloit de boucher les pores de l'œuf avec un enduit indissoluble à l'eau, & qui ait quelque consistance, afin que ce qui fait effort pour transpirer du dedans au dehors de l'œuf, ne puisse pas fondre ce qui se sera moulé dans les pores comme autant de petits bouchons. Deux ou trois couches de vernis le plus commun; une légere couverture de graisse de mouton, ou de cire chauffée seulement jusqu'à liquidité, sont des moyens qui réussissent également; & je puis dire d'après ma propre expérience, qu'un œuf ainsi gardé cinq ou six mois, fait encore le lait, & n'a pas le moindre mauvais goût. Cependant quand on les veut garder plus sûrement, & pendant plusieurs mois, il faut choisir des œufs qui n'aient point été fécondés, autrement le germe étouffé sous le vernis ne manquera pas d'en corrompre une partie.

Les œufs vernis ou enduits, comme on vient de le dire, n'ont pas seulement l'avantage de se conserver bons, pour être mangés comme frais; ils ont encore celui de pouvoir être couvés en toute sûreté, pourvu qu'on

II. LEÇON.

n'attende pas au-delà de cinq ou six semaines ; c'est donc un nouveau moyen pour tenter d'élever des oiseaux étrangers, qu'on ne peut transporter vivants qu'avec beaucoup de peine & d'embarras, & qui pour l'ordinaire ne s'accouplent point hors de leur pays. Leurs œufs vernis se transporteront aisément, seront propres à être couvés après le transport ; & l'on sait qu'une espece couve les œufs d'une autre : une poule fait éclorre des canards, des faisans, &c. Mais en pareil cas il ne faut pas oublier de préférer le vernis à tout autre enduit qui s'appliqueroit chaud, & qui pourroit tuer le germe ; non-plus que d'ôter le vernis même qui couvre la coque, quand il s'agit de mettre les œufs sous l'oiseau qui les doit couver. Cette transpiration qu'on avoit intérêt d'arrêter jusqu'alors, devient nécessaire pendant l'incubation ; & ce sont encore deux faits également constatés par les expériences de M. de Reaumur ; 1°, qu'un œuf verni demeure en vain sous l'oiseau qui couve ; 2°, que celui qui a été enduit, & qui ne l'est plus, se couve, & vient à bien, comme s'il ne l'avoit jamais été.

IV. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

SUR un morceau de papier blanc, on écrit, ou l'on dessine ce que l'on veut, avec une liqueur claire & sans couleur, qui est préparée avec du vinaigre distillé & de la litarge ; on met ce papier, qui ne porte aucune marque d'écriture, quand il est sec, dans les premieres feuilles d'un livre qui a 400 ou 500 pages ; on étend ensuite avec une petite éponge sur la derniere feuille du livre, une autre liqueur qui n'est pas plus colorée que la premiere, & qui est une préparation faite avec l'orpiment, la chaux vive & l'eau commune : & l'on tient le livre fermé pendant trois ou quatre minutes. *Fig.* 4

EFFETS.

QUAND on retire le papier qu'on avoit mis dans le livre, on trouve coloré d'un brun noir tout ce qu'on y avoit écrit ou dessiné avec la premiere liqueur ; & l'on ne rencontre aucune marque semblable dans tout le reste du livre.

EXPLICATIONS.

CES deux liqueurs, que l'uſage a fait nommer *encres de ſympathie*, ſont de telle nature, que par-tout où elles ſe rencontrent, leur mêlange paroît ſous une couleur qu'elles n'avoient ni l'une ni l'autre, avant que de ſe joindre. C'eſt un effet qui leur eſt commun avec pluſieurs autres liqueurs, & dont nous eſſaierons de rendre raiſon, en parlant de la lumiere & des couleurs. La derniere de ces deux liqueurs exhale une vapeur fort pénétrante qu'on apperçoit à l'odeur, & qui paſſe à travers des feuillets du livre en très-peu de temps. Or la vapeur d'une liqueur, c'eſt la liqueur même diviſée en très-petites parties, & dans cet état elle eſt également propre à s'unir avec ce qu'on a étendu de la premiere ſur le papier blanc; il s'y fait donc un mêlange des deux, qui paroît ſous la couleur qu'elles doivent faire naître toutes les fois qu'elles ſe joignent enſemble; & comme cette odeur dépend abſolument de l'union des deux, la vapeur, en pénétrant le livre, n'a dû laiſſer aucune

trace de ſon paſſage, puiſqu'on ſuppoſe que les feuilles ne portoient rien de la premiere liqueur.

APPLICATIONS.

Depuis qu'on a banni de la Phyſique toutes ces qualités occultes avec leſquelles on répondoit à tout, mais qui au fond ne rendoient raiſon de rien à quiconque vouloit des idées claires & diſtinctes, on ne doit plus recevoir la *ſympathie* & l'*antipathie*, comme les cauſes d'aucun phénomene, à moins qu'on ne prenne ces mots par abréviation, pour l'action méchanique d'un corps ſur un autre, comme quand on dit, *tel remede, ou tel aliment, eſt ami de la poitrine, de l'eſtomac*, &c. façon de parler, pour dire qu'on en doit attendre un bon effet, & pour ne point expliquer en détail comment ſe paſſe cette action qui conſerve, ou qui répare. Mais ſi quelqu'un, pour rendre raiſon de l'expérience précédente, avoit dit: la ſeconde liqueur fait paroître la premiere, parce qu'elle ſympathiſe avec elle, il n'auroit rien dit pour ceux qui veulent une explication intelligible; on exigeroit de lui qu'il fit con-

noître en particulier, ou au moins en
II. Leçon. général, en quoi consiste cette sympathie ; ses raisons ne se feroient goûter que quand il les établiroit sur des principes connus : car s'il supposoit dans son explication quelque chose de nouveau en Physique, il faudroit encore qu'il prouvât, sans quoi ce ne seroit qu'une hypothese, qui n'auroit nulle force.

Ce qui fait recourir aux sympathies ou aux antipathies, pour expliquer certains faits, c'est ordinairement la difficulté qu'on trouve à les accorder avec les loix ordinaires & communes de la nature ; mais ceux qui en usent ainsi, sont souvent bien peu informés de ces loix, & de l'usage qu'on peut faire de leur connoissance. Un homme instruit, sait que les propriétés que nous connoissons dans les corps, sont en bien petit nombre, mais qu'elles sont très-fécondes dans leurs applications : elles se montrent par tant d'endroits différents, qu'il a peine à se persuader de les trouver jamais en défaut ; sans se flatter de les connoître toutes, il ne se permet pas légérement la liberté d'en imaginer
de

de nouvelles ; il aime mieux croire qu'il ne les voit pas toujours où elles ſont, & que ce qu'il n'apperçoit pas eſt réſervé à un génie plus heureux ou plus clair-voyant.

Mais (il faut l'avouer) les faits ſont inexplicables très-ſouvent, parce qu'ils ſont faux ou exagérés ; & c'eſt agir prudemment que de les conſtater avant que de faire les frais d'une explication. Ceux qui les racontent ont cru voir ce qu'ils n'ont point vu, faute de diſcernement ou d'attention ; ou bien ils les rediſent d'après des gens intéreſſés ou de mauvaiſe foi : ſi la crédulité, l'amour du merveilleux, vient encore à l'appui de l'ignorance & de la prévention, on reçoit comme faits conſtants toutes les imaginations creuſes & puériles qui ſe préſentent, & toutes les exagérations qui ſe tranſmettent de bouche en bouche, & qui s'accréditent par le temps & par l'autorité de quelqu'un à qui l'on ſuppoſe des lumieres qu'il n'a pas. Je ne parle point de l'impoſſibilité prétendue d'accorder ſur un inſtrument deux cordes, dont l'une ſeroit de boyaux de mouton, & l'autre

II. LEÇON.

de boyaux de loup ; du danger imaginaire de jetter dans le feu de l'urine ou du ſang ; de la guériſon qu'on attend de certains fruits qu'on porte dans ſa poche, ou qu'on jette dans un puits ; & d'une infinité d'autres remedes, ou préſervatifs ſemblables, dont tout le monde ſent le ridicule, & qui ne s'appuient d'aucune expérience qu'on puiſſe citer.

Mais qui eſt-ce qui n'a point entendu parler de la fameuſe poudre de ſympathie, & de ſes effets admirables ? On ſait que ce n'eſt autre choſe que du vitriol calciné au Soleil & pulvériſé : ce minéral eſt aſtringent ; quand on l'applique ſur une plaie il ne manque guere de la deſſécher, & de la diſpoſer à ſe fermer en peu de temps : juſqu'ici point de ſympathie, dans le ſens qu'on le ſuppoſe. Quand on emploie cette poudre près du bleſſé ſur un linge baigné de ſon ſang encore chaud, il arrive quelquefois que la bleſſure s'en reſſent ; il n'y a encore-là rien de ſympathique que pour ceux qui ignorent que du vitriol en poudre s'exhale en particules inſenſibles, que l'air voiſin porte aux environs, & qui s'at-

tachent par préférence aux endroits humides. Mais le merveilleux de cette opération, c'eſt quand cette poudre agit à une grande diſtance, comme à 4, à 6 ou à 10 lieues.

Il n'y a pas d'apparence, (il faut en convenir) qu'on explique jamais un tel phénomene avec quelque vraiſemblance par les loix ordinaires & connues de la nature : mais pourquoi chercher à l'expliquer, ce prétendu phénomene, s'il n'eſt qu'une exagération outrée de quelque Charlatan, ſoutenue aveuglément par la crédulité, & par l'envie d'entendre & de débiter des merveilles ? C'eſt le jugement qu'on doit en porter d'après ceux qui n'en ont voulu croire que leurs propres yeux. * Combien de pareilles chimeres s'évanouiroient, ſi l'on étoit de bonne foi dans le récit des faits, & de leurs circonſtances !

* *Cours de Chymie de Lemery*, p. 492.

AUTANT nous ſommes certains que la poroſité eſt une propriété commune à tous les corps, autant nous ignorons la quantité abſolue de leurs pores. Comme tout ce qui eſt matiere eſt peſant, & que la peſanteur ne con-

II. LEÇON.

vient qu'à ce qui est matériel ; nous savons bien qu'un corps a moins de vuide qu'un autre, quand à volume égal il pese davantage que lui ; mais cette comparaison ne nous apprend que leur porosité relative ; elle ne nous dit pas que dans l'un des deux il y a justement telle ou telle quantité de parties solides, ce qui nous feroit connoître évidemment de combien il est poreux. Le vrai moyen d'en être instruit, seroit d'avoir une matiere de comparaison qui fût toute solide, en qui la grandeur & le poids fussent absolument synonimes : car en comparant une portion de cette matiere avec un pareil volume d'une autre matiere ; si celle-ci pesoit moitié moins, par exemple, on auroit raison de conclure, non-seulement qu'elle est une fois moins solide, comme nous faisons d'ordinaire, mais on sauroit de plus la juste valeur de ce *moins*, & l'on regarderoit comme certain, que la porosité de cette matiere comparée seroit égale à sa solidité ; puisque la pesanteur, attribut qu'on peut regarder comme inséparable des parties matérielles, s'y feroit sentir une

fois moins que dans une ſemblable étendue qu'on ſuppoſe toute matiere. II. LEÇON.

Mais un corps de cette eſpece ne ſera jamais qu'une ſuppoſition qu'on ne peut pas réaliſer : nous ne connoiſſons rien de ſemblable dans la nature. L'or eſt de tous les êtres matériels que nous connoiſſons, celui qui eſt le plus compact, & qui renferme le plus de matiere ſous un volume déterminé ; il n'y a point de matiere connue, dont un pouce cube peſe autant qu'un pouce cube d'or. Cependant ce métal eſt poreux, puiſqu'en un moment le mercure s'y introduit, & que l'eau régale dont on ſe ſert pour le diſſoudre, agit de ſurface en ſurface juſqu'à la derniere. Pluſieurs Phyſiciens * même ont porté leurs conjectures juſqu'à croire qu'il pouvoit y avoir dans l'or autant de vuide que de plein. Quelle idée aurons-nous donc de la poroſité des autres corps ? de l'eau commune, par exemple, qui peſe environ dix-neuf fois moins que l'or ; ou de l'air qui eſt 800 fois moins ſolide que l'eau ?

* *Newton, Traité d'Optique, liv. 2, part. 3. prop. 8.*

Une matiere n'eſt pas toujours plus poreuſe qu'une autre par cette

ſeule raiſon qu'elle a des pores plus ouverts ; le nombre compenſe ſouvent, ou ſurpaſſe même dans l'une ce que fait la grandeur dans l'autre. Un bouchon de liege, quelque comprimé qu'il ſoit dans le col d'une bouteille, ne devient jamais auſſi compact qu'un morceau de bois de quelle eſpece qu'il ſoit : jamais ſon volume diminué par compreſſion ne le rend auſſi peſant que le chêne, par exemple ; ſa poroſité eſt donc toujours plus grande ; cependant ni le chêne ni aucun autre bois ſemblable ne ſera jamais auſſi propre que le liege pour arrêter l'évaporation de quelque liqueur renfermée dans un vaiſſeau : il eſt donc plus que vraiſemblable que ſi dans l'un des deux la ſomme des vuides eſt plus grande, c'eſt moins par la grandeur que par le nombre des pores. Quand l'eau régale, qui diſſout l'or, refuſe de pénétrer dans une maſſe d'argent, dira-t-on, en conſéquence de la légéreté reſpective de ce dernier métal, qu'il a les pores plus ouverts que le premier ? pourquoi ce qui entre dans celui-ci ne peut-il pas entamer l'autre, ſi, comme

on le ſuppoſe, ſes parties plus diſtantes les unes des autres, donnent plus de priſe au diſſolvant ? Ne vaudroit-il pas mieux dire que les petits vuides dans l'argent ne ſont pas tout-à-fait auſſi grands que dans l'or, mais qu'ils ſont beaucoup plus nombreux ? II. LEÇON.

Juſqu'ici l'explication ne va point mal. Mais ſi l'on répond que l'eau-forte ordinaire, qui diviſe l'argent & la plupart des métaux, ne donne aucune atteinte à l'or, il faut avouer que la grandeur reſpective des pores devient une raiſon bien foible ; car pourquoi ce qui peut s'introduire dans une moindre ouverture n'en peut-il pas pénétrer une plus grande ? Eſt-ce qu'il faudroit une juſte proportion entre les petites pointes du diſſolvant, & les pores de la matiere diſſoluble ? ou bien faudra-t-il, pour étayer cette explication, joindre la figure à la grandeur ?

On ne peut douter qu'une matiere ne differe d'une autre par la configuration de ſes parties inſenſibles ; & de ce qu'elles ſont différemment figurées en différents corps, il s'enſuit que les pores dans les uns & dans les

II. LEÇON.

autres doivent prendre différentes formes. A l'aide de ce principe qui eſt inconteſtable, on conçoit aiſément qu'une particule ſolide pour ſe placer dans un de ces petits vuides, ou pour paſſer de l'un à l'autre, doit avoir non-ſeulement une grandeur proportionnée, mais auſſi une figure convenable; & que l'une de ces deux conditions venant à manquer, l'autre peut fort bien ne pas ſuffire. C'eſt ici le cas où l'on eſt obligé de reconnoître, qu'avec des principes certains & avoués d'ailleurs, on demeure encore en doute ſur les explications, quand on n'applique ces principes que par conjectures, & que l'expérience ne dit pas ſi l'on a bien deviné.

Au reſte, quoique nous ignorions ſi c'eſt une proportion de grandeur, ou de figure, ou l'une ou l'autre enſemble, qui font agir un diſſolvant ſur une matiere préférablement à une autre, le fait n'en eſt pas moins connu, & depuis long-temps les Arts en ont fait leur profit.

Le Graveur en taille-douce prend une planche de cuivre mince & bien polie; il l'enduit légérement d'une

espece de cire préparée qu'il noircit à la fumée d'un flambeau ; il dessine ensuite sur cette surface enduite, avec une pointe d'acier qui découvre le cuivre par autant de traits que son dessein en exige ; il borde sa planche avec un cordon de cire amollie, il la pose horizontalement, & il la couvre de 3 ou 4 lignes d'eau-forte affoiblie avec de l'eau commune au tiers ou à moitié. En peu de temps le cuivre découvert par la pointe d'acier, cede à l'action du dissolvant, & se creuse plus ou moins, selon les vues de l'artiste qui regle la durée de l'opération, pendant que la cire (qui ne dissout point dans l'eau-forte) conserve le reste de la surface en son entier. C'est ainsi qu'on prépare une feuille de métal pour multiplier 3000 ou 4000 fois la même estampe, en la faisant passer successivement par la presse sur autant de feuilles de papier.

Le marbre est impénétrable à l'eau & à quantité d'autres liqueurs ; mais il ne l'est pas pour l'esprit de vin, pour l'esprit de de térébenthine, pour la cire fondue ; ces exceptions ont été saisies par des personnes ingénieuses

II. LEÇON.

comme autant de moyens pour introduire dans l'intérieur du marbre des couleurs étrangeres, & pour imiter avec celui qui est blanc les autres especes qui sont naturellement colorées. Feu M. Dufay, qui s'étoit beaucoup exercé à teindre des pierres dures, & qui a fait part à l'Académie des Sciences de ses découvertes en ce genre, * me fit voir plusieurs fois des tables de marbre artificiellement teintes, bien imitées, & si fortement pénétrées, qu'elles avoient été polies depuis sans rien perdre de leurs couleurs.

* *Mém. de l'Académie 1728, p. 50.*

Les vernis dont on fait maintenant tant d'usage ne sont autre chose que des gommes de différentes especes que l'on liquéfie par le moyen de quelque dissolvant. Telle s'étend dans l'esprit de vin, qui reste entiere dans les huiles qu'on emploie avec succès pour fondre les autres ; tout l'art consiste à connoître dans quelle matiere chacune est dissoluble, & ce choix ne devient sans doute nécessaire que par la différence qu'il y a entre la porosité des unes & celle des autres.

II. SECTION.

De la Compreſſibilité, & de l'Elaſticité des Corps.

TOUT ce que nous avons dit de la poroſité a déjà dû faire connoître que la grandeur apparente d'un corps quelconque excede toujours celle qui appartient à la quantité réelle de ſa matiere propre : & cet excès varie peut-être autant que les eſpeces qui composent l'univers ; car on rencontre rarement deux matieres qui, à volumes égaux, péſent également.

C'eſt ce rapport du volume à la maſſe qu'on nomme *denſité* : un corps eſt plus denſe qu'un autre, quand la quantité réelle de ſa matiere differe moins de ſa grandeur apparente ; ou (ce qui eſt la même choſe) quand ſous une grandeur donnée il contient plus de parties ſolides. Le plomb eſt donc plus denſe que le cuivre, l'air eſt moins denſe que l'eau.

Mais le même corps peut changer

II. LEÇON.

de denſité ; c'eſt-à-dire que ſa maſſe reſtant la même, ſon volume peut varier, ſoit en augmentant, ſoit en diminuant. Quand un corps devient plus denſe, c'eſt que ſes parties ſolides ſe raſſemblent dans un plus petit eſpace ; & cela ſe peut faire de deux manieres, ou lorſqu'on ſupprime une cauſe interne qui les tenoit plus écartées, ou quand on applique extérieurement une force qui les oblige à ſe rapprocher mutuellement. On peut diſtinguer l'une de l'autre, ces deux manieres de diminuer le volume d'un corps, en appellant la premiere *condenſation*, l'autre *compreſſion* ; (quoiqu'à dire vrai ce ſoit toujours condenſer une matiere que d'occaſionner la diminution de ſon volume de quelque façon que ce ſoit :) ainſi ſerrer de la neige dans les mains pour en faire une pelotte, c'eſt la comprimer ; faire refroidir une liqueur, ou diminuer la chaleur qui dilate ſes parties, c'eſt la condenſer.

Nous ne connoiſſons aucun corps dans la nature (en faiſant abſtraction des parties élémentaires ou atomes, s'il y en a) dont le volume ne puiſſe

être diminué de l'une de ces deux manieres au moins, & assez souvent de l'une & de l'autre façon. Quelque dure que puisse être une matiere, elle ne l'est jamais parfaitement ; ses molécules sont toujours plus ou moins dilatées, soit par un mouvement interne qui peut être ralenti, soit par l'action d'un fluide étranger qui la pénetre, & qu'on peut vaincre par une puissance extérieure. Une barre de fer, par exemple, qui a été chauffée jusqu'à rougir, devient ensuite plus menue & plus dure, à mesure qu'elle se refroidit ; parce que ses parties se rapprochent peu-à-peu, en perdant le mouvement violent qu'elles avoient acquis dans le feu. Une éponge mouillée & dilatée par l'eau qu'elle contient, se place dans un espace beaucoup moindre, quand on exprime le fluide qui remplit ses pores. Une boule de marbre ou de verre, un diamant même, jettés sur quelque chose d'aussi dur, rejaillissent à l'instant ; & nous ferons voir bientôt que le mouvement de réflexion est une preuve de la compressibilité du corps réfléchi.

II. LEÇON.

Tous les corps généralement, dans tel état qu'ils se présentent, solides, fluides, ou liquides, sont susceptibles de condensation. Un morceau de marbre, & sur-tout s'il est noir, se trouve plus petit, quand il a séjourné quelque temps dans un lieu beaucoup plus froid que celui où il étoit lorsqu'on l'a mesuré d'abord. Une vessie ou un ballon rempli d'air pendant l'été, devient flasque pendant l'hiver; & la liqueur du thermometre ne descend vers la boule, que quand son volume ne suffit plus pour remplir la partie du tube qu'elle occupoit dans un temps plus chaud; mais nous remettons à parler plus amplement de la maniere dont les corps se condensent, en traitant du feu & de la chaleur qui les raréfient.

Quant à la compression, on ne peut pas dire qu'elle convienne aussi généralement à la matiere considérée dans tous ses états : tous les corps solides sont compressibles, & jusqu'ici l'expérience n'en a fait excepter aucun : l'air se comprime considérablement, & produit par cette propriété des effets surprenants, que nous

rapporterons dans leur lieu. D'autres fluides, comme la fumée, la flamme, &c. n'ont point encore été éprouvés dans cette vue ; ſans doute parce qu'il ſeroit très-difficile, & probablement impoſſible de les appliquer ſeuls à des expériences de cette eſpece : mais pour les liqueurs, elles n'ont jamais donné directement aucun ſigne de compreſſibilité, quelque choſe qu'on ait fait ; & il ſemble que l'on a fait d'abord tout ce que l'on peut faire : l'expérience de l'Académie *del cimento*, eſt auſſi ingénieuſe que le réſultat devoit être peu attendu ; & l'on ne voit pas que depuis qu'on l'a faite, perſonne ait réuſſi à faire mieux. M. Newton * la rapporte comme une choſe fort curieuſe ; & comme s'il eût appréhendé qu'un fait auſſi ſurprenant ne fût révoqué en doute, il aſſure qu'il le tient d'un témoin oculaire ; pour moi, je le cite d'après mes propres yeux, & l'uſage que j'en fais dans mes cours, a déjà mis bien du monde à portée de le citer de même : voici le fait.

* *Trait. d'Opt. liv. 2. part. 3. prop. 8.*

II. LEÇON.

PREMIERE EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

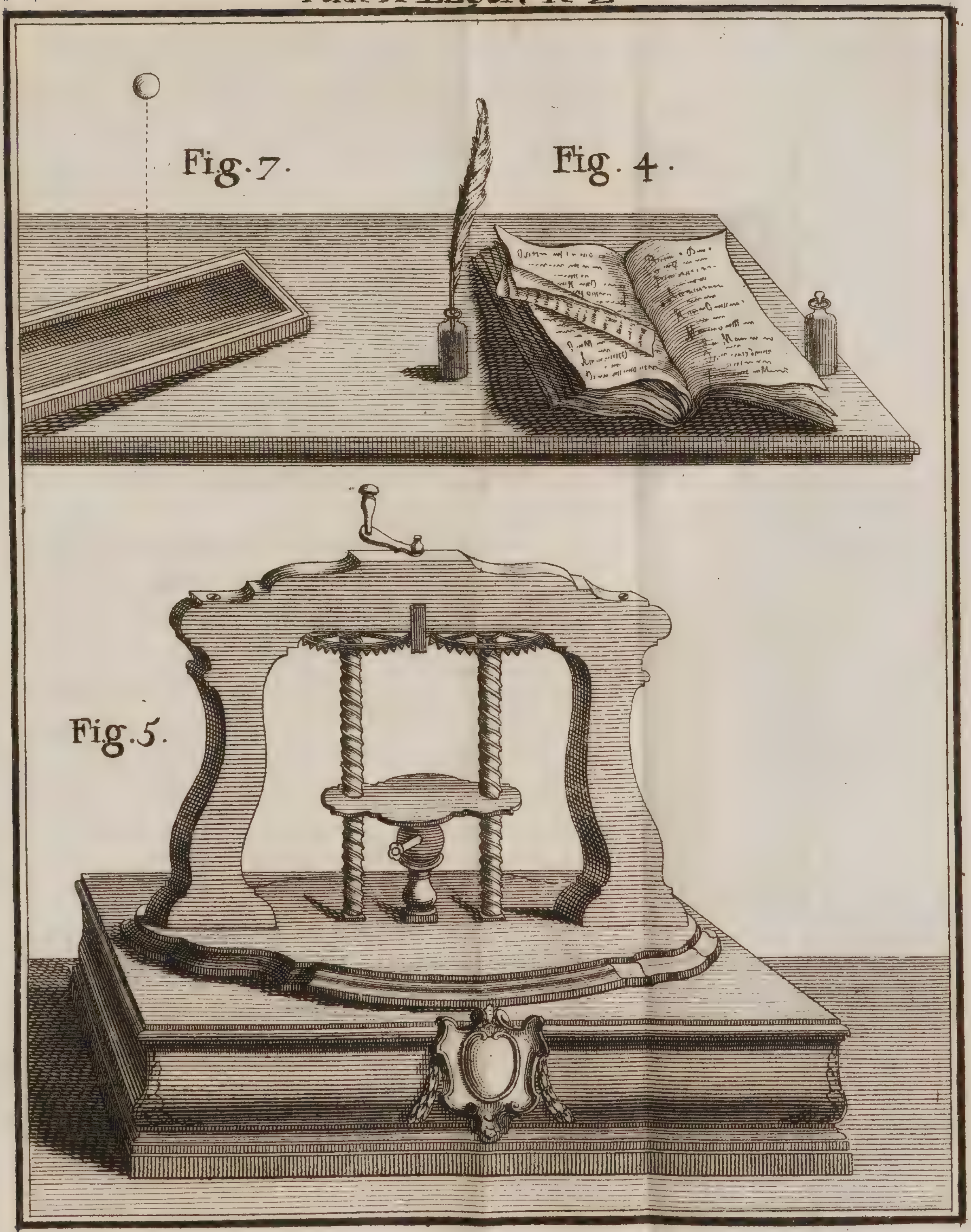
Une boule de métal dont on a mesuré exactement la capacité, assez mince pour être flexible, remplie d'eau entiérement, & bouchée de façon qu'elle ne puisse rien perdre par l'orifice, s'applique à une petite presse qui est représentée par la *Fig.* 5.

EFFETS.

Quand on fait agir la presse, la boule de métal comprimée s'applatit un peu ; & si l'on continue de presser, l'eau se fait jour à travers les pores, & paroît sur la surface en petites gouttes semblables à celles de la rosée.

EXPLICATIONS.

C'est une chose démontrée, qu'une capacité sphérique, à surfaces égales, contient plus de matiere que toute autre : il s'ensuit qu'un vaisseau qui a cette figure, & qui est plein, ne peut pas la perdre qu'il n'arrive de ces deux choses l'une, ou qu'il augmente


Fig. 7.
Fig. 4.
Fig. 5.



augmente de ſurface, pour conſerver la même capacité, ou que ce qu'il renferme, ſe condenſe en diminuant de volume. Quand l'eau commence à paſſer à travers le métal, la boule ſe trouve un peu applatie; mais en meſurant ſa capacité, on la trouve la même qu'elle étoit avant l'expérience: il faut donc convenir que cet applatiſſement n'eſt dû qu'à la ductilité du métal; & que le volume de l'eau n'a point été ſenſiblement diminué ſous la preſſe.

Boyle, le Baron de Verulam, & quelques autres Phyſiciens qui ont eſſayé de comprimer l'eau dans les boîtes de métal, ont cru voir des marques de ſa compreſſibilité; mais il y a toute apparence que ce qu'ils ont apperçu devoit être attribué à la flexibilité ou au reſſort du métal, ou bien à celui de quelques bulles d'air renfermées avec l'eau dans la même boîte.

II. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

A B C D, *Fig.* 6, eſt un tube de

verre fort épais, qui a 3 lignes de diametre intérieurement, 7 pieds de hauteur, & qui eſt recourbé en forme de ſiphon ; on y verſe d'abord un peu de mercure qui remplit la courbure, & qui ſe met de niveau en *B C* ; on emplit la partie *CD* avec de l'eau ; on bouche exactement & ſolidement le tuyau en *D*, & l'on verſe enſuite du mercure dans la branche *AB*, juſqu'à ce qu'elle ſoit entiérement pleine.

EFFETS.

LA colonne d'eau qui eſt entre *CD*, oppoſe tant de réſiſtance à la preſſion du mercure, qu'elle ne diminue pas ſenſiblement de volume.

EXPLICATIONS.

NOUS ferons voir en traitant de l'Hydroſtatique, que la preſſion qu'exerce le mercure contre l'eau en *C*, eſt égale au poids de la colonne contenue dans la partie *AB* du tuyau. Or cette colonne de mercure qui a environ 6 pieds 10 pouces de hauteur, égale trois fois le poids de l'athmoſphere, ce qui fait une force très-grande ; & puiſqu'elle ne ſuffit pas

pour condenser sensiblement le volume d'eau contre lequel elle agit, c'est une marque que les parties des liquides sont fort dures, & que les matieres qui sont en cet état sont bien peu flexibles.

APPLICATIONS.

QUOIQUE dans les expériences que nous venons de rapporter, l'eau ne laisse appercevoir aucun signe de condensation; on n'en doit pas conclure que les liqueurs soient absolument incompressibles, mais seulement qu'elles sont capables de résister aux efforts qu'on a employés jusqu'ici contr'elles. Tout nous porte à croire qu'elles céderoient enfin d'une maniere sensible, s'il étoit possible de les soumettre à de plus grandes pressions, & qu'elles cedent même à celles qu'on emploie, mais d'une quantité trop petite pour être apperçue. Tous les corps solides se compriment, parce qu'étant poreux, leurs parties peuvent se rapprocher; mais qu'est-ce qu'une liqueur, sinon un assemblage de petits corps solides que nous ne pouvons pas regarder comme des

II. LEÇON.

êtres ſimples, mais plutôt comme des petites maſſes compoſées de parties qui ne ſont pas ſi étroitement unies, qu'elles ne laiſſent de petits vuides entr'elles. Si la poroſité rend les grands corps ſuſceptibles de condenſation, la même cauſe ne doit-elle pas avoir le même effet dans les plus petits ? Tout ce qu'on peut dire, c'eſt que la compreſſibilité doit diminuer, comme la grandeur des corps ; c'eſt-à-dire que les plus petits ſont les moins flexibles ; que les parties d'une liqueur par conſéquent, à cauſe de leur extrême petiteſſe, ſont à l'épreuve des plus grandes forces : mais il ſuit du même principe, qu'il n'y a d'abſolument incompreſſible que ce qui eſt abſolument ſimple ; tels que ſeroient des atomes, ou les parties primordiales des corps, ſur leſquelles nos épreuves n'ont point de priſe.

Il eſt avantageux pour nous que tout ce qui eſt liquide puiſſe réſiſter à des preſſions qui rapprochent & qui broient les autres corps ; tout ce que nous tirons des végétaux par expreſſion, le vin, le cidre, les huiles, &c. ne ſe ſépareroient jamais des

parties ſolides qui les renferment, ſi les liquides pouvoient ſe comprimer comme elles ; les fruits ſoumis à la preſſe ne feroient qu'y changer de volume ; la facilité que nous avons à extraire les ſucs que la nature y a préparés pour nos uſages, eſt preſque toute fondée ſur les réſiſtances que les liquides oppoſent à la compreſſion. II. LEÇON.

On ne peut s'empêcher d'être ſurpris, quand on conſidere que le même corps eſt compreſſible, ou ne l'eſt pas, ſelon qu'un degré plus ou moins de chaleur change ſon état : un morceau de glace donne des marques de compreſſion ; qu'il ſe réduiſe en eau, c'eſt toujours la même matiere, mais elle ne ſe comprime plus : la cire, le ſoufre, le métal, &c. font voir la même choſe, quand on les fait paſſer de l'état de ſolidité à celui de liquidité. Ce phénomene eſt intéreſſant, & mérite bien une explication : malheureuſement nous n'avons à offrir qu'une conjecture, mais pourtant une conjecture appuyée ſur des principes connus, & qui la rendent probable.

On peut dire que l'état naturel de

II. Leçon.

presque tous les corps, est d'être solides; quand ils sont liquides, c'est parce qu'une matiere étrangere les rend tels en pénétrant dans leur intérieur, & en donnant par sa quantité ou par son action à leurs parties une mobilité respective qui rompt toute liaison, & presque toute adhérence entre elles. C'est ainsi que de la terre abreuvée d'une quantité d'eau suffisante, devient de la boue qui coule sur un plan incliné; l'eau elle-même cesse d'être glace, aussi-tôt qu'un fluide plus subtil, & connu sous le nom de *matiere du feu*, la pénetre en assez grande quantité, & y porte assez de mouvement pour détacher ses parties les unes des autres.

Si l'on demande maintenant pourquoi les corps solides peuvent se comprimer, & que les liqueurs n'ont pas la même propriété, ne peut-on pas répondre avec vraisemblance, que dans les premiers, les parties portent, pour ainsi dire, à faux, ou ne sont appuyées que sur un fluide sans action, qui cede au moindre choc; au lieu que dans les liqueurs, les molécules plus divisées, & par cette raison déjà

moins flexibles, sont appuyées sur un fluide assez abondant, & dont les parties sont d'autant plus dures qu'elles sont plus simples. Si l'on avoit mis dans un vase une certaine quantité de globules d'acier ou de quelqu'autre matiere équivalente pour la dureté, elles ne céderoient point sensiblement à la compression, soit qu'elles fussent seules, pourvu qu'elles se touchassent; soit qu'elles fussent mêlées avec d'autres plus petites qui les empêchassent de se toucher, pourvu que ces dernieres fussent elles-mêmes inflexibles. *Fig.* 8.

III. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Sur une tablette de marbre noir bien unie, & enduite d'une très-légere couche d'huile, on laisse tomber plusieurs fois & en différents endroits, de la hauteur de 2 ou 3 pieds, une petite boule d'ivoire, qui peut avoir environ $\frac{3}{4}$ de pouce de diametre. *Fig.* 7.

EFFETS.

EN regardant obliquement la tablette de marbre, on apperçoit partout où la boule d'ivoire a touché, une tache ronde qui a environ deux lignes de diametre; & cette tache est plus grande aux endroits où la boule est tombée de plus haut.

EXPLICATIONS.

L'IVOIRE, quoique très-ferme, est une matiere compressible; quand il tombe sur le marbre, le mouvement de sa pesanteur qui l'y pousse, occasionne une pression qui porte une partie plus ou moins grande de cette petite sphere vers son centre; & comme ces parties comprimées sont de nature à se rétablir dans un instant, il ne reste aucune marque de cette compression sur la boule; mais la tache qui paroît sur le marbre, est une preuve incontestable de cet applatissement qui a disparu : si l'on n'aime mieux dire que le marbre s'est enfoncé & remis aussi-tôt, ce qui prouve également la compressibilité d'un corps très-dur : l'un & l'autre arrive probablement;

probablement ; la même compreſſion creuſe le marbre, & applatit la boule ; mais de ces deux effets, le dernier eſt ſans doute le plus conſidérable, à en juger par la nature de deux corps comprimés ; c'eſt pourquoi nous nous arrêtons par préférence au dernier ; & ce que nous allons dire pour faire entendre que la tache ronde prouve inconteſtablement l'applatiſſement de la boule, en faiſant abſtraction de la flexibilité du marbre, obligeroit de même à conclure un enfoncement dans le marbre, ſi l'on n'avoit aucun égard à la compreſſibilité de l'ivoire.

On ſait en effet que la circonférence d'un cercle appliqué par ſa partie convexe ſur une ligne droite, ne la touche qu'en un point *G*. *Figure* 9. On ſait auſſi que les ſurfaces ſphériques ſont compoſées de lignes circulaires, comme les plans le ſont de lignes droites, & que les ſurfaces ſe comportent entr'elles à cet égard, comme les lignes qui les compoſent. Si le cercle ne touche la ligne droite qu'en un point, la boule d'ivoire de notre expérience, poſée ſimplement

II. LEÇON.

ſur la tablette de marbre, ne doit la toucher auſſi qu'en un point. Quand on l'a laiſſé tomber deſſus, s'il paroît qu'elle y ait été appliquée par une ſurface circulaire de deux lignes de diametre, il faudra néceſſairement convenir que le premier point de tangence *g*, *Fig.* 9 a été rapproché du centre, par l'effort de la compreſſion, & qu'après lui ceux d'alentour ont ſouffert le même déplacement; ce qui a donné lieu à une portion ſenſible de la ſurface, d'être appliquée au marbre, & d'y laiſſer ſon impreſſion ſur la couche légere d'huile dont il eſt enduit.

APPLICATIONS.

SI l'on comprime un corps également dans toute l'étendue de ſa ſurface, au cas qu'il ſoit compreſſible, il ne s'en peut ſuivre qu'une diminution de volume, parce que tous les points oppoſés obéiſſent à des puiſſances égales, & leurs ſituations reſpectives reſtent les mêmes. Tel eſt l'état des animaux qui vivent dans l'air ou dans l'eau; environnés de toutes parts de l'un de ces deux fluides, ils n'en remarquent point la preſſion, quoiqu'el-

le ſoit conſidérable ; parce qu'elle ſe fait équilibre à elle-même , & qu'elle ne dérange rien de ce qui lui eſt ſoumis ; mais ſi la compreſſion devient plus forte d'un côté que de l'autre , ſon effet ne ſe borne plus à diminuer le volume ; la figure change auſſi , comme il eſt aiſé de l'appercevoir dans une balle de plomb qui tombe ſur quelque choſe de dur , & qui y perd une partie de ſa ſphéricité , ou dans une balle de jeu de paume , qui laiſſe ſouvent contre la muraille , des veſtiges bien remarquables de ſon applatiſſement.

De l'Elaſticité ou reſſort des Corps.

DE tous les corps qui ſe compriment , les uns demeurent dans l'état que la compreſſion leur a fait prendre ; c'eſt-à-dire , qu'ayant changé ou de grandeur , ou de figure , ils perſévérent dans ce changement , lorſque la compreſſion vient à ceſſer ; comme la balle de plomb qui reſte applatie après ſa chûte , & la pelote de neige qui demeure dans la forme qu'on lui a donnée avec les deux mains. Les autres au contraire ſe rétabliſſent , &

II. LEÇON.

reprennent, après avoir été comprimés, les mêmes dimensions & la même figure qu'ils avoient avant que de l'être. Telle est la bille d'ivoire de l'expérience précédente ; telle est une bulle d'air, qui, partant du fond d'un vase plein d'eau, devient plus grosse à mesure qu'elle s'éleve vers la surface.

Les corps de la derniere espece se nomment des corps à *ressort*, ou *élastiques* ; car l'*élasticité* n'est autre chose que l'effort par lequel certains corps comprimés tendent à se rétablir dans leur premier état. Cette propriété suppose donc qu'ils soient compressibles ; & comme les liqueurs ne le sont pas d'une maniere sensible, on doit conclure que si elles ont du ressort, leur réaction a trop peu d'étendue pour être visible.

Tous les corps mêmes qui sont élastiques, ne le sont pas au même degré ; il y en a tels qui ne se rétablissent presque point, & alors l'élasticité est regardée comme nulle dans l'usage ; & l'on appelle ces sortes de corps, *mols*, ce qui veut dire seulement une privation de ressort assez actif pour être considéré.

Ceux en qui la force élaſtique ſe fait appercevoir, réagiſſent plus ou moins ſelon la dureté, la roideur, ou la diſpoſition de leurs parties internes; mais il n'en eſt aucun dont on puiſſe aſſurer, avec des preuves poſitives, que le reſſort eſt parfait & inaltérable; on remarque preſque toujours que cette qualité ſe perd ou s'affoiblit par un long exercice, ou par une compreſſion de trop longue durée : un arc qui eſt trop long-temps ou trop ſouvent tendu, garde enfin la courbure qu'on lui a fait prendre : le crin, la laine, ou la plume dont on garnit les meubles, perdent par ſucceſſion de temps preſque tout ce qu'ils offrent de commode dans la nouveauté; & leur affaiſſement n'eſt que la ſuite néceſſaire d'un reſſort uſé.

Nous ne pouvons donc point nous promettre des expériences rigoureuſement exactes pour établir la théorie du reſſort; puiſque les corps qui en ont le plus, n'en ont point encore autant qu'il leur en faudroit pour être parfaitement élaſtiques. De plus, on ne peut opérer que dans quelque milieu matériel : quand on choiſiroit l'air,

II. LEÇON.

comme celui qui eſt le moins denſe, nous avons déjà fait voir qu'il eſt capable de réſiſtance, & l'on doit s'attendre qu'il fera diſparoître une partie de l'effet, ſi petite qu'elle ſoit : mais les à-peu-près ſuffiſent, quand il ne manque preſque rien à l'exactitude, & qu'on eſt obligé de rabattre quelque choſe pour les empêchements inévitables. L'acier trempé & l'ivoire m'ont paru aſſez propres aux effets par leſquels on peut prouver ce qu'il importe le plus de ſavoir touchant l'élaſticité ; c'eſt pourquoi je m'en ſervirai préférablement à toute autre matiere dans les expériences de ce genre ; mais comme celles dont j'ai fait choix, exigent quelques connoiſſances des principales propriétés du mouvement, dont nous n'avons encore rien dit, j'ai cru qu'il étoit à propos de les différer, d'autant plus qu'elles trouveront une place convenable parmi celles que nous emploierons pour faire connoître les loix du mouvement dans le choc des corps.

Les arts ont appliqué les reſſorts à tant d'uſages, que ce ſeroit une longue & inutile entrepriſe d'en faire ici

l'énumération ; il nous suffira d'en citer deux ou trois exemples par lesquels on pourra juger de l'utilité des autres. II. LEÇON.

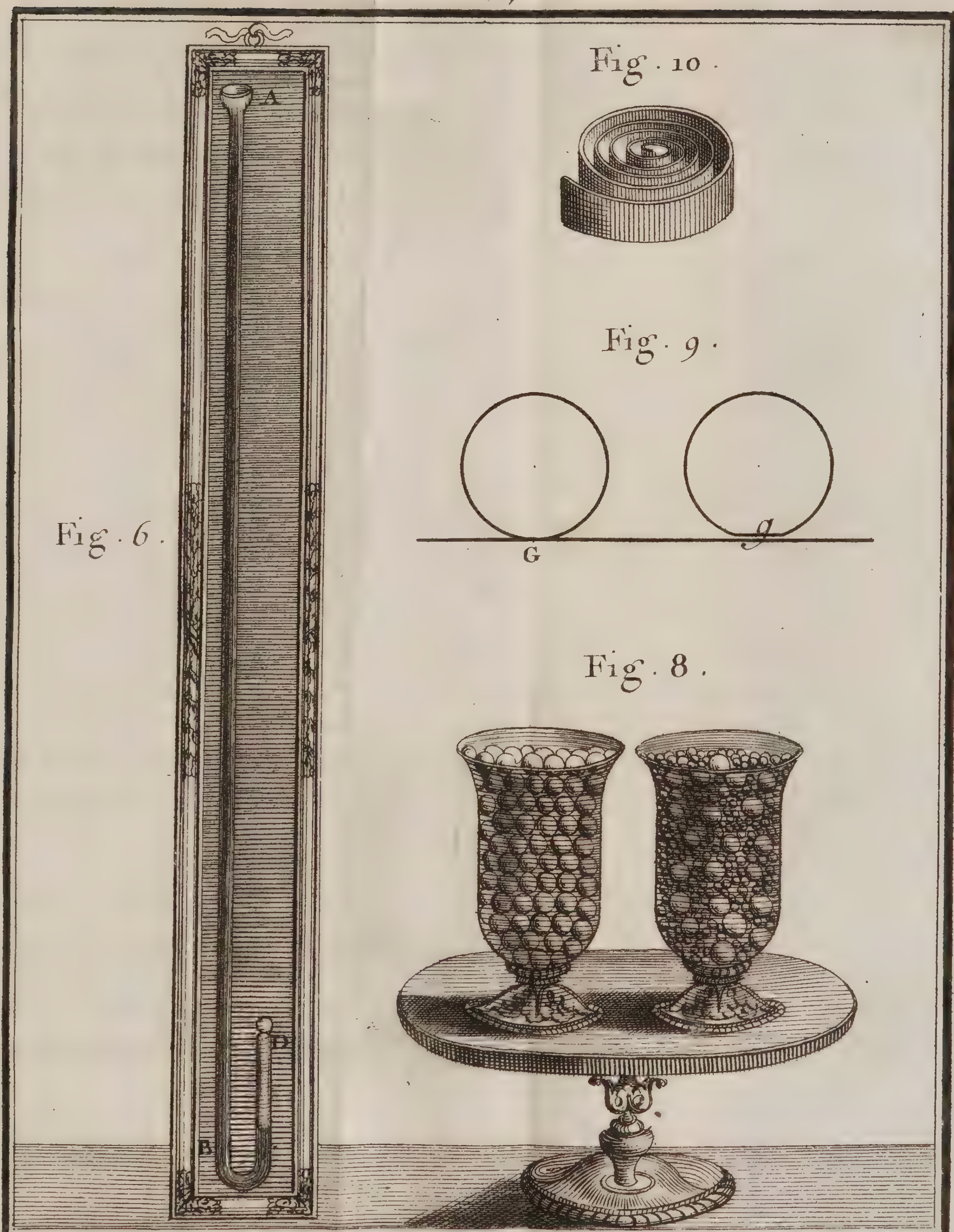
S'il est utile & commode de voyager à son aise, on doit presque tout cet avantage aux lames d'acier, aux bandes de cuir & aux autres corps élastiques sur lesquels on suspend les voitures : sans cette précaution, la plus belle chaise de poste, le carrosse le plus somptueux, ne seroit qu'un tombereau couvert & orné, dans lequel on seroit durement secoué ; car si tout ce qui compose la voiture, étoit également inflexible, les divers mouvements causés & brusquement interrompus par les inégalités du terrein, se communiqueroient dans toute leur force jusques aux personnes qui en occuperoient l'intérieur.

La mesure du temps est une chose si intéressante pour tout le monde, qu'il est peu de personnes qui n'aient une pendule ou une montre, & qui ne la regardent comme un meuble nécessaire ; ces sortes d'instruments, qu'on doit considérer comme des chefs-d'œuvres de l'art, sont animés par un

II. LEÇON.

reſſort, (*Fig.* 10) formé d'une lame d'acier roulée ſur elle-même dans un barillet qu'elle fait tourner en ſe développant, & dont le mouvement ſe communique par des roues dentées, juſques aux pivots qui portent les aiguilles, pour leur faire indiquer les heures & les minutes ſur un cadran diviſé à cette intention. Nous dirons ailleurs comment on eſt parvenu à rendre l'action du reſſort preſqu'égale pendant tout le temps qu'il ſe développe ; car une difficulté qui ſe préſente d'abord, c'eſt que cette action diminuant toujours à proportion que le reſſort ſe détend, le mouvement doit auſſi ſe rallentir dans toutes les pieces qu'il anime, & les aiguilles doivent faire les heures & les minutes plus longues vers la fin qu'au commencement. Il a donc fallu trouver un remede à cet inconvénient, & l'on en eſt venu à bout par une invention fort ingénieuſe, dont nous aurons occaſion de parler en traitant de la théorie du levier & des machines qui y ont rapport.

De quels ſecours ne ſont point les reſſorts dans l'Arquebuſerie? Par quel autre moyen auroit-on pu opérer des


Fig . 10 .
Fig . 9 .
G
g
Fig . 8 .
Fig . 6 .
A
D
B



mouvements auſſi prompts, & auſſi difficiles à être apperçus par un oiſeau ou par un quadrupede que la nature a mis en garde contre tout ce qui menace ſa vie, & qui oppoſe aux ruſes & à l'adreſſe du Chaſſeur le mieux exercé, des organes d'un ſentiment exquis, & une agilité qui trompe ſouvent ſes pourſuites. Le chien d'un fuſil conduit par un reſſort, porte en un clin d'œil un caillou tranchant contre une petite piece d'acier trempé; le feu prend à la poudre, & le plomb qu'elle chaſſe, frappe l'animal avant qu'il ait été averti par la flamme ou par le bruit, ou du moins avant qu'il ait pu profiter de cet avis.

Non-ſeulement les arts ont profité de l'élaſticité des corps, & en ont fait des applications heureuſes, ils ont encore trouvé des moyens pour la faire naître ou pour l'augmenter dans ceux qui n'en ont que peu ou point.

Tous les corps ſonores, comme nous le dirons plus amplement à la ſuite des expériences ſur l'air, doivent être à reſſort; c'eſt pour cette raiſon qu'on fait les cloches & les tim-

bres avec du cuivre & de l'étain fondus ensemble; parce qu'on a remarqué qu'un métal allié est plus dur, plus roide, plus élastique, que les métaux simples dont il est composé.

La plupart des métaux mêmes, sans être alliés, deviennent capables d'une grande réaction quand on les bat à froid; ce que les ouvriers appellent *écrouir*. On s'en apperçoit bien par la vaisselle: quand une cuillier ou une fourchette a été seulement fondue & limée, & qu'elle ne doit rien au marteau, la façon en est moins chere, mais elle est moins durable; la piece se fausse au moindre effort, & son poli n'est jamais si beau. Un ouvrier intelligent en horlogerie, en instruments de Mathématiques, en orfévrerie, &c. ne manque jamais à écrouir ses ouvrages, non-seulement pour leur procurer plus de solidité, mais encore pour les faire valoir par un poli plus brillant, en rapprochant les parties, & en rendant les pores du métal plus serrés.

Mais de tous les corps dont on augmente artificiellement le ressort, il

n'en eſt point de plus remarquable que le fer converti en acier ; & parmi les différents procédés qu'on emploie à cet effet ſur ce métal, rien n'eſt comparable à la *trempe*.

II. LEÇON.

Il faut ſavoir, 1° Que l'acier n'eſt point un métal particulier ; on doit le regarder comme un fer préparé, quoiqu'il ſe trouve des mines qui en fourniſſent immédiatement : le plus ordinaire & le plus fin, eſt celui qu'on fait avec du fer forgé, en y introduiſant une certaine doſe de parties ſalines & ſulfureuſes qui augmentent ſa dureté, & qui le rendent propre à être trempé. 2° Tremper l'acier, c'eſt le refroidir ſubitement dans le moment qu'on le ſort bien rouge du feu ; & cela ſe fait d'ordinaire en le plongeant dans de l'eau froide, ou dans quelque choſe d'équivalent.

Les principaux effets de la trempe ſur l'acier, ceux dont les arts tirent le plus d'avantage, ſont de le rendre très-dur, d'augmenter ſon élaſticité, & de la rendre durable. Tous les outils tranchants, juſqu'à ceux qu'on emploie pour cultiver la terre ; en un mot depuis la lancette juſqu'à la bê-

I. LEÇON.

che, tous ſont redevables de leur principal mérite à cette dureté qui coûte ſi peu, & qui ſeroit déſavantageuſe par excès, ſi l'on n'avoit ſoin de la modérer par un degré de chaleur qu'on fait ſuccéder à la trempe, & qu'on nomme *recuit*.

Les effets admirables de la trempe ſur l'acier, ont intéreſſé avec raiſon la curioſité des plus habiles Phyſiciens ; tous ont déſiré d'en ſavoir les cauſes ; & quelques-uns en ont hazardé des explications ; mais on doit convenir que perſonne n'en a donné d'auſſi vraiſemblables, & d'auſſi bien appuyées, que M. de Reaumur. Après une ſuite d'expériences de pluſieurs années ſur cette matiere, il ſuppoſe que l'action du feu chaſſe de l'intérieur des molécules de l'acier une grande partie des ſels & des ſoufres qui s'y trouvent diſſéminés, ſans pour cela les faire ſortir de la maſſe totale : ſuppoſition fondée ſur les effets ordinaires & connus du feu, & ſur l'expérience ; car on ſait d'ailleurs que dans la fuſion des matieres hétérogenes & fixes, le feu procure toujours l'union

des parties ſemblables ; & quand ſon action augmente juſqu'à un certain point ſur l'acier, elle le dépouille de ſes ſoufres & de ſes ſels ; ce que les ouvriers appellent *brûler*. La trempe ſaiſit donc l'acier dans un temps où ſes principes, quoique les mêmes, ſe trouvent différemment mêlés ; avant que de le chauffer, les parties ſalines, ſulfureuſes, métalliques, &c. extrêmement diviſées & intimement mêlées, compoſoient un tout d'une tiſſure plus uniforme, mais cependant plus hétérogene dans ſes molécules, puiſque chacune participoit également des trois ou quatre ſortes de matieres qui entrent dans la compoſition de l'acier ; mais après un degré de feu ſuffiſant, les ſels & les ſoufres extraits & pelotonnés, pour ainſi dire, à part du métallique, font un tout plus homogene dans ſes molécules, mais plus poreux & moins lié, quant à l'aſſemblage de ces petits pelottons de différentes eſpeces. Cette hypotheſe (ſi c'en eſt une) explique fort heureuſement tous les phénomenes qui réſultent de la trempe.

1° L'acier caſſé paroît d'un grain

plus grossier, après avoir été trempé; parce que les parties métalliques qui sont les plus apparentes par leur couleur, sont ramassées en petites masses plus écartées les unes des autres.

2° La trempe donne plus de volume à l'acier qu'il n'en avoit avant; & cela doit être, puisqu'elle le fixe dans un état où le mêlange & l'union de ses principes est moindre.

3° L'acier durcit à la trempe, parce que ses molécules se forment de parties plus semblables, & par cette raison plus capables de s'unir.

4° L'acier trempé se casse plutôt que celui qui ne l'est pas, ou qui l'est moins; c'est que la liaison de ses molécules entr'elles est moindre, puisqu'elles sont de matieres dissemblables, & qu'elles se touchent par moins de surface.

5° Enfin le recuit rend l'acier trempé moins cassant & plus flexible; parce qu'un degré de feu modéré, fait renaître en partie le mêlange intime des parties dissemblables, & qu'il lui fait prendre un état moyen entre celui d'un acier non-trempé, & celui d'une trempe excessive.

Quoique nous ayons des procédés certains pour augmenter, diminuer, anéantir même le reſſort de pluſieurs corps, nous n'en connoiſſons pas mieux la cauſe de l'élaſticité en général : tout ce qu'on a imaginé juſqu'à préſent pour en rendre raiſon, ne peut paſſer tout au plus que pour des conjectures dont les unes ſont viſiblement démenties par l'expérience, les autres ſuppoſent ce qui eſt en queſtion, d'autres enfin, plus ingénieuſes que probables, n'ont aucuns faits qui parlent pour elles.

Dire qu'un reſſort que l'on tend en le courbant, a les pores plus ouverts en ſa partie convexe, cela eſt vrai; que les pores, quoique plus ouverts, ne le ſont point aſſez pour ſe remplir d'air groſſier, & qu'ils en reſtent vuides, cela paroît encore vraiſemblable : mais ajouter, qu'en conſéquence de ces petits vuides la preſſion de l'air qui agit par le côté oppoſé, eſt la cauſe de l'effort qu'on voit faire au corps élaſtique, pour ſe remettre dans ſon premier état, c'eſt ce que la raiſon ne dit point, & ce que l'expérience dément formellement ;

II. LEÇON.

car l'élasticité dans un lieu privé d'air grossier, fait ses fonctions comme ailleurs.

J'appelle supposer ce qui est en question, que d'attribuer le ressort des corps à l'air qu'ils contiennent entre leurs parties, comme autant de petits ballons qui se trouvent comprimés dans la partie concave d'un bâton que l'on courbe, & qui réagissent jusqu'à ce qu'il soit redressé ; car il restera toujours à savoir quelle est la cause du ressort de l'air.

Enfin si l'on suppose avec le changement de figure qui se fait dans les pores d'un ressort tendu, l'action d'un fluide qui se trouve par-tout, comme la matiere subtile, ou quelque chose de semblable qui agisse par son poids, on pourra former une explication qui aura quelque vraisemblance : mais je doute fort qu'elle soit bien reçue, si elle n'est appuyée sur des faits ; & je ne vois pas qu'il soit facile d'en trouver qui parlent clairement.

Ce que nous avons dit dans la Leçon précédente & dans celle-ci, touchant la divisibilité des corps, la subtilité de leurs parties, la variété de leurs

leurs figures, leur impénétrabilité & leur porosité, nous engage & nous met à portée d'expliquer en général de quelle maniere nous acquérons la connoissance des objets qui nous environnent : car tout ce qui est hors de nous-mêmes nous seroit inconnu, s'il ne faisoit sur nous quelque impression sensible ; & cette impression qui prend tant de formes différentes, nous la devons presque entiérement à la petitesse extrême des parties qui nous touchent, & aux différentes figures qu'elles affectent : tout ce qui est matériel s'adresse à nos sens, & nous jugeons d'après leur rapport.

Digression sur les Sens.

ON appelle *Sens* certaines facultés du corps animé, par lesquelles il entre en commerce avec les objets extérieurs ; ce sont autant de moyens que le Créateur a établis pour mettre les animaux en état de se nourrir, de se défendre, de s'entre-aider, & de se reproduire ; car sans les sens, à peine différeroient-ils d'une plante qui végete dans la même place où la na-

ture l'a fait naître, qui feche fur pied quand la nourriture ne lui vient plus, & qui fouffre avec une égale infenfibilité la beche qui la cultive, & le fer qui la fait périr.

L'exercice des fens eft une fonction purement animale ; elle convient aux bêtes comme à l'homme ; il femble même qu'à cet égard, plufieurs efpeces d'entr'elles aient été mieux traitées que nous : quelle fineffe dans l'odorat des chiens ! quelle portée de vue dans les oifeaux de proie !

On diftingue communément cinq fortes de fens ; le *toucher*, *l'odorat*, le *goût*, l'*ouie* & la *vue*. Il eft peu d'animaux en qui l'on n'en compte autant : il y a peut-être dans la nature des efpeces qui ont quelque autre fens que nous ne connoiffons pas ; mais il en eft de ceci comme de toutes les chofes qui ne font point impoffibles ; on ne doit pas les admettre fans néceffité & fans preuves. Chaque fens a fon fiege particulier dans quelque partie du corps, qui à cet égard fe nomme fon *organe* ; l'oreille eft celui de l'ouie ; l'œil eft celui de la vue, &c.

Quoique tout organe soit sensible, il ne l'est pourtant pas pour toutes sortes d'objets, chacun a son district particulier; l'oreille se dirigeroit en vain vers la lumiere, & la vue la plus perçante n'apperçoit pas le son des cloches. Quand bien même l'objet seroit de la compétence de l'organe qu'il affecte, la sensation naturelle n'a lieu qu'autant que l'impression n'est ni trop forte ni trop foible. On ne distingueroit point l'image du soleil, si l'on recevoit immédiatement ses rayons dans les yeux; & peu de personnes pourroient lire une écriture de petit caractere à la clarté des étoiles.

Qu'est-ce donc que *sentir*, ou faire usage de ses sens? De la part du corps animé, c'est recevoir sur tel ou tel organe l'impression modérée d'un objet qui le touche ou par lui-même, ou par quelque matiere intermédiaire : de la part de l'ame qui anime le corps, c'est se retracer les idées qu'elle a attachées à ces impressions, ou s'en former de nouvelles, si les impressions sont neuves. Un homme, par exemple, jette la vue en plein jour

ſur un chien ; la lumiere qui éclaire le corps de cet animal rejaillit juſqu'au ſpectateur, & frappe dans le fond de ſon œil une place terminée comme la figure de l'animal qui la réfléchit, à cette occaſion l'ame ſe rappelle l'idée d'un chien qui lui eſt familiere, & ſi la mémoire lui fournit l'idée de quelqu'autre chien, elle juge que celui-ci eſt grand, petit, maigre, gras, &c. par la comparaiſon qu'elle en fait. De ſavoir maintenant comment l'organe affecté par l'objet détermine l'eſprit à penſer en conſéquence, c'eſt ce que la Phyſique n'apprend point, & c'eſt, je crois, ce qui ſurpaſſe la portée de nos foibles lumieres; l'union de l'ame avec le corps, le commerce de ces deux êtres de natures ſi différentes, eſt un de ces myſteres qu'il eſt peut-être plus ſage d'admirer que d'étudier.

Mais comme un homme voit un chien, un chien voit un homme ; & ſes actions, comme les nôtres, ſemblent ſe régler ſur ce qu'il voit, ſur ce qu'il entend, &c. Que ſe paſſe-t-il donc dans cet animal, lorſqu'un objet affecte quelqu'un de ſes ſens ?

C'eſt encore une de ces queſtions épineuſes, où la curioſité échoue, & ſur leſquelles les génies les plus heureux ont épuiſé toute leur philoſophie. Selon la doctrine de Deſcartes, une bête n'eſt autre choſe qu'une belle machine dont toutes les pieces ſont ſi bien aſſorties, & ordonnées avec une correſpondance ſi parfaite, qu'une d'entr'elles étant remuée par l'objet extérieur qui a priſe ſur elle, détermine immédiatement les autres à ſe mouvoir de telle ou telle maniere; les nerfs de chaque organe ayant été touchés comme il convient, tranſmettent aux membres les différents mouvements d'où réſulte telle ou telle action. Cette penſée eſt grande, elle eſt hardie, elle eſt même ſéduiſante, quand on la médite ſans préjugé; mais c'eſt l'affoiblir que de fonder ſa vraiſemblance ſur des exemples, ou ſur des ſimilitudes. Celui de tous les êtres animés qui nous paroît le plus imbécille, une huître, un limaçon, eſt ſans comparaiſon au-deſſus de la montre la plus parfaite, & de tout ce que l'art a pu produire de plus ingénieux. Le commun des

hommes ne conſentira jamais à regarder les actions d'un cheval, d'un chien de chaſſe, &c. comme les effets d'un méchaniſme purement matériel; pour goûter cette philoſophie, il faut être un peu Philoſophe.

On aimera mieux croire ſans doute, que le corps d'une bête eſt animé & conduit par un être intelligent qui commence & périt avec lui, & qui eſt le principe de toutes ces penſées & de tous ces jugements dont on croit voir des ſignes dans les diverſes actions des animaux. Ce ſentiment qui n'eſt contraire ni à la raiſon, ni aux dogmes de la foi, a trouvé & trouve encore aujourd'hui des défenſeurs, non-ſeulement dans le vulgaire qui juge ſur les apparences, mais même parmi ceux qui méditent, & qui n'admettent les opinions qu'après les avoir diſcutées.

Mais il ne faut pas croire qu'en prenant ce parti, on ſe mette au-deſſus de toute difficulté. Quand on conſidere la docilité d'un animal domeſtique, les ruſes & l'adreſſe de certaines bêtes voraces, le bon ordre & l'induſtrie qui regnent dans quelques

especes d'insectes qui vivent & travaillent en société, il est bien commode d'en rendre raison en disant : *c'est que tous ces animaux sont intelligents; l'Auteur de la Nature les a rendus tels, en renfermant dans leurs corps une ame d'une espece convenable à leur condition.*

II. LEÇON.

Mais cette ame si elle est immatérielle, comme on le prétend, que devient-elle, lorsqu'un ver ayant été coupé en cinq ou six parties, & même davantage, chaque morceau continue de vivre & redevient un animal complet, & tout-à-fait semblable à celui qu'on a divisé ? comme on l'a observé depuis une vingtaine d'années : * y avoit-il donc plusieurs ames dans le même individu, ou bien ce qui n'est point matiere est-il divisible ? Ne poussons pas plus loin cette question dans un ouvrage où nous nous sommes interdit toute discussion métaphysique ; attachons nous seulement à ce qui peut être éclairci & prouvé par l'expérience & par les observations. Quant à la matiere présente, bornons-nous à faire connoître le méchanisme de nos sensations ; conduisons l'objet extérieur, ou son

* *Hist. des Ins. de M. de Reaumur, tom. 6, dans la Préface, p. 54.*

II. LEÇON.

action, jusqu'à la partie du corps destinée à recevoir son impression ; & voyons quelles sont les conditions nécessaires dans l'objet pour être activement sensible, & dans l'organe pour être affecté efficacement.

Le Toucher.

LE premier & le plus général de tous les sens, c'est le *toucher* ; on peut dire que tous les autres ne sont que des especes dont il est le genre. Quand nous entendons le son de la voix ou de quelque instrument, cette sensation n'est autre chose qu'un ébranlement causé à une certaine partie de l'oreille par le contact de l'air, qui est lui-même agité par le corps sonore. Quand nous voyons quelqu'objet, c'est que la lumiere qui vient de lui à nous, frappe le fond de l'œil. Ainsi, *goûter*, *voir*, *entendre*, *sentir les odeurs*, c'est, à proprement parler, être touché en telle ou telle partie du corps par une certaine matiere : au lieu que le toucher que nous regardons comme le premier sens, consiste à recevoir sur telle partie sensible du corps que ce puisse être

être l'impreſſion d'une matiere quelconque ; les autres ſens ont des organes & des objets qui leur ſont propres ; celui-ci occupe toute l'habitude du corps animé & s'étend à tout ce qui eſt palpable. Il a encore cet avantage ſur eux, d'être en même temps actif & paſſif ; non-ſeulement il nous met en état de juger de ce qui fait impreſſion ſur nous ; mais encore de ce qui réſiſte à nos impulſions : nous pouvons appliquer l'organe à l'objet, & c'eſt par le tact que nous nous aſſurons le plus ſouvent de l'état des corps qu'il nous importe de connoître.

Les corps que nous touchons ou qui nous touchent, font ſur nous des impreſſions différentes, ſelon leur grandeur, leur figure, leur conſiſtance, le degré ou l'eſpece de leur mouvement, leur température, &c. & l'on a donné à toutes ces différentes manieres de toucher des noms qui expriment ou l'action des corps ſur nous, ou notre action ſur eux : *heurter*, *piquer*, *pincer*, *grater*, *chatouiller*, ſont autant d'expreſſions qui déſignent ce que différents corps nous font ſen-

II. LEÇON.

tir en conſéquence de leur maſſe, de leur forme, ou de leur maniere de ſe mouvoir : *froid*, *chaud*, *dur*, *mol*, *ſec*, *mouillé*, dénotent d'ordinaire le ſentiment qu'excite en nous une matiere que nous tâtons, par l'état actuel des parties qui compoſent ſa maſſe. Comme les ſenſations du toucher peuvent varier à l'infini, par la variété même de l'objet, par l'étendue & la diſpoſition de l'organe, & par les différentes manieres dont l'un eſt applicable à l'autre ; il s'en faut bien qu'elles ſoient toutes caractériſées par des noms propres : ceux que nous venons de rapporter, & pluſieurs autres que nous omettons, ne ſont, pour ainſi dire, que des termes génériques par leſquels on fait connoître, à l'aide de quelque circonlocution, les différentes eſpeces qui peuvent s'y rapporter ; on déſigne, par exemple, par *chatouillement*, ce que l'on ſent dans la gorge lorſqu'une légere âcreté excite la toux ; on dit qu'un remede *pince*, pour faire entendre qu'il laiſſe des impreſſions ſur les parties qu'il affecte.

Quoique l'objet du toucher ſoit

pour l'ordinaire hors de nous-mêmes, les différentes parties du même corps ne laiſſent pas que d'agir réciproquement les unes ſur les autres, tant au-dehors qu'au-dedans. Quand la main touche le pied, elle fait naître deux ſenſations : elle eſt en même temps l'objet de l'une & l'organe de l'autre. Pour ce qui ſe paſſe à l'intérieur & ſans interruption, l'habitude nous en dérobe le ſentiment; l'action des fluides ſur les ſolides du corps animé, par exemple, ne devient ſenſible que quand elle apporte quelque changement à l'état naturel ; & alors nous éprouvons ce qu'on nomme *langueur*, *foibleſſe*, ou *douleur*.

On peut dire en général que les nerfs ſont, dans chaque organe, la partie la plus eſſentielle, celle où l'action de l'objet ſe termine, & après laquelle nous n'appercevons plus rien de méchanique : le fond de l'œil où s'accomplit la viſion, n'eſt qu'une expanſion du nerf optique ; la lame ſpirale du *limaçon*, qu'on regarde comme la piece qui a le plus de part aux fonctions de l'oreille, eſt un composé de fibres nerveuſes ; & l'organe

II. LEÇON.

du toucher ſe trouve dans toute l'étendue de la peau, & ſur-tout à la ſurface extérieure, où l'on ſait qu'aboutiſſent tous les petits nerfs qui forment la plus grande partie de ce tiſſu. Ce ſont ces petits mammelons dont l'arrangement forme des ſillons vers l'extrêmité des doigts, où le tact eſt ordinairement plus fin qu'ailleurs. Un habile Anatomiſte * a donné il y a environ 15 ans, une deſcription très-conciſe & très-intelligible de la peau, dans un ouvrage écrit *ex profeſſo* ſur les Sens, & dont je crois la lecture très-utile à ceux qui voudront ſur la matiere préſente des inſtructions plus détaillées que celles qui peuvent être placées ici.

* *M. Le-cat traité des Sens, p.* 207.

Ce qui prouve inconteſtablement que les nerfs ont plus de part au toucher qu'aucune autre partie, c'eſt que ce ſens exerce ſes fonctions plus ou moins parfaitement, ſelon l'état actuel de ces petites houpes nerveuſes qu'on apperçoit à la ſuperficie de la peau, & qui ne ſont couvertes que par l'épiderme *Fig.* 11 : qu'une brûlure les deſſeche, qu'une matiere étrangere les couvre, qu'un trop grand froid les

contracte, ou les empêche de s'épanouir; la partie où ils sont, perd le sentiment, & ne le reprend que quand ces accidents cessent. Les maladies des nerfs qui ne vont pas jusqu'à détruire leur économie, sont aussi les plus aiguës, parce qu'elles attaquent immédiatement l'organe des sensations; l'engourdissement & la paralysie qui suspendent ou qui arrêtent leurs fonctions, causent pour l'ordinaire l'insensibilité.

Des accidents, des maladies, la vieillesse nous privent souvent des autres sens. On voit assez fréquemment des aveugles, des sourds, des gens même en qui le goût & l'odorat sont presqu'entiérement usés: mais il est fort rare de trouver un homme universellement insensible; on en apperçoit bientôt la raison, dès que l'on considere par combien d'endroits nous pouvons sentir les objets extérieurs comme résistants, en comparaison des parties organiques qui nous les représentent comme sonores, colorés, savoureux, ou odorants. L'étendue du toucher est donc une ressource que la nature a ménagée à

II. LEÇON.

ceux qui par quelque accident ou par vice de conformation, se trouveroient privés des autres facultés. Aussi voyons-nous des aveugles suppléer par le tact à l'usage des yeux, & quoique le toucher ne soit pas à beaucoup près aussi délicat que les autres sens, lorsqu'il est employé par nécessité, & perfectionné par l'habitude, il fait presque des prodiges. Je ne voudrois pourtant pas garantir tous ceux que l'on raconte à cette occasion; car tout ce qui tient du merveilleux, ne va guere sans exagération.

Le Goût.

COMME l'accroissement & l'entretien des animaux dépend de la nourriture qu'ils prennent, & du choix qu'ils en font, il étoit à propos que la nature les conformât de maniere à désirer d'eux-mêmes les aliments nécessaires, & à distinguer ceux qui leur conviennent : il falloit qu'ils sentissent le besoin de manger, & qu'ils eussent du plaisir à le satisfaire ; car sans cette précaution le soin de vivre eût été à charge. Jugeons-en par nous-mêmes : s'il n'étoit question

que de remplir un devoir, lorſqu'on ſe met à table, il faut convenir que les indigeſtions ne ſeroient pas communes, & qu'on verroit peut-être bien des gens périr d'inanition. L'Auteur de la nature a prévu ce déſordre, & pour le prévenir, il a mis en nous-mêmes des motifs plus puiſſants que notre pareſſe. L'eſtomac à jeun nous ſollicite par la faim & par la ſoif; & la bouche qui fournit à ces deux appétits, ſe dédommage par les ſaveurs qu'elle goûte, de la peine qu'elle prend de préparer les aliments pour la digeſtion.

Le goût conſiſte donc à ſentir l'impreſſion des matieres ſavoureuſes, à les admettre ou à les rejetter, ſuivant les idées qu'elles font naître, & les jugements qui s'enſuivent.

Les ſaveurs, objet du goût en général, viennent principalement des parties ſalines qui ſe trouvent dans toutes les matieres tant animales que végétales, que l'on prend ou comme aliments, ou comme remedes. Ces petits corps anguleux & tranchants, ſont plus propres que d'autres à pénétrer juſqu'à l'organe immédiat, &

à s'y faire ſentir. On peut en juger en mettant ſur la langue quelque grain de ſel pur ; de quelque nature qu'il ſoit, il y fait une impreſſion très-forte ; & l'analyſe fait voir que de tous les mixtes ceux qui affectent le plus l'organe ſont les plus abondants en ſels.

On ne connoît qu'un très-petit nombre de ſels qui différent eſſentiellement, ou dont les parties diviſées par l'eau, ſe montrent ſous des figures conſtamment différentes. Delà il ſuit que les ſenſations du goût ſeroient peu variées, ſi les particules ſalines que les aliments contiennent agiſſoient ſeules & ſans mêlange ſur l'organe : mais la nature les a mêlées avec d'autres principes qui ne ſont point ſavoureux par eux-mêmes, qui n'agiſſent que comme objet du toucher en général, & dont le nombre & les doſes ſe combinent à l'infini. L'eau, la terre, l'air, le ſoufre, l'huile, ſont autant de matieres inſipides, que la nature a fait entrer dans preſque tout ce qui ſert de nourriture aux animaux. La bouche en broyant ces aliments, fournit

une lymphe qui facilite la désunion des parties, & qui développe les principes; mais ce dissolvant n'a point autant de prise sur les uns que sur les autres: le soufre & l'huile, par exemple, ne cedent point à son action, comme la terre & l'eau; ainsi la partie saline ne se dégage jamais qu'imparfaitement, & à proportion de la dissolubilité de ce qui lui est étroitement uni.

Les saveurs les plus simples, & sur lesquelles on est le plus généralement d'accord, sont celles où les sels sont les moins mitigés par le mêlange d'autres matieres. Tout le monde connoît ce que c'est que *salé*, *aigre*, *doux*, *amer*, *âcre*, &c. Ces différentes sensations sont si marquées, qu'on les distingue d'abord; elles sont comme la base de toutes les autres qui deviennent d'autant plus difficiles à décider & à exprimer, qu'elles s'éloignent davantage de cette premiere simplicité. L'amer du café, par exemple, corrigé par la douceur du sucre, produit une sensation mixte; le suc des fruits mêlé à l'esprit de vin, prend un nouveau goût; celui des viandes

change presque entiérement, & se déguise de mille façons differentes, comme on le sait par un nombre infini de préparations & de mêlanges, dont la délicatesse a fait un art important & très-cultivé dans notre siecle.

Il en est de l'objet du goût, comme de celui du toucher : les saveurs mixtes dépendant de certains principes, dont l'assemblage est susceptible d'une infinité de combinaisons, il est impossible de les désigner toutes par des noms particuliers ; on les exprime en les comparant à quelque saveur plus simple, ou plus connue ; on dit : *tel fruit est un peu âcre & amer* ; *tel poisson a le goût du brochet*, &c.

Quant à l'organe du goût, tous les Anatomistes conviennent qu'il est principalement dans la langue ; un grand nombre d'entr'eux croient qu'il est dans tout l'intérieur de la bouche, & plusieurs l'étendent jusqu'à l'œsophage, & même jusqu'à l'estomac. Il n'est guere possible de le borner à la langue seule ; chacun peut reconnoître par sa propre expé-

rience, que les matieres ſavoureuſes ſe font ſentir, quoique plus foiblement, au palais & au fond de la bouche; mais ce qui décide la queſtion, c'eſt qu'on a vu des gens qui n'avoient point de langue, & qui goûtoient les aliments *.

* *Mém. de l'Ac.* 1718, *p.* 6.

C'eſt encore ici l'extrêmité des fibres nerveuſes, ces mammelons dont nous avons parlé précédemment, qui ſont l'organe immédiat : mais au lieu que pour la ſenſation du toucher, ils ſont petits & recouverts par une ſur-peau aſſez unie, & d'un tiſſu un peu ſerré ; dans toutes les parties de la bouche où on les obſerve, & ſur-tout dans la langue, *Fig.* 12, ils ſont plus gros, moins compacts, & comme enchâſſés dans une enveloppe ou gaine fort poreuſe, abreuvés d'ailleurs d'une lymphe qui entretient leur ſoupleſſe, & qui met la partie ſavoureuſe des aliments en état de les toucher comme il convient pour ſe faire ſentir : car elle la diviſe, elle la développe de maniere qu'elle lui donne le degré de ténuité néceſſaire pour s'inſinuer par cette peau très-poreuſe, qui couvre les petites houpes nerveuſes ſur leſquelles l'impreſſion doit ſe faire.

II. LEÇON.

L'organe du goût ſe gâte & s'uſe comme les autres, par un uſage immodéré de ſon objet : les ſaveurs fortes, comme les liqueurs ſpiritueuſes, & ces ragoûts étudiés ſi fort à la mode aujourd'hui, diminuent beaucoup la ſenſibilité des parties qui en ſouffrent fréquemment l'impreſſion : l'expérience fait voir que des gens du peuple qui s'accoutument à boire de l'eau-de-vie, trouvent le vin inſipide, & ne s'en ſoucient plus. On ſait au contraire que les buveurs d'eau ont pour l'ordinaire le goût plus délicat & plus fin que d'autres. Cette boiſſon qui n'a preſque point de ſaveur, conſerve à l'organe toute ſa ſenſibilité, parce qu'elle n'eſt point capable d'en altérer la texture. La maladie ou le grand âge peuvent auſſi cauſer du déſordre dans cette partie : au commencement d'une convaleſcence, il arrive aſſez ſouvent qu'on ne trouve point de goût aux aliments, parce qu'il reſte encore quelque humeur vicieuſe qui engorge les pores par où doivent paſſer les particules ſavoureuſes ; ou parce que les accidents qui ont précédé, ont

causé quelque altération à l'organe même, qui n'est point encore revenu à son état naturel. Mais insensiblement je passe les bornes de mon dessein; c'est à la Médecine & à l'Anatomie qu'il convient d'ajouter ce qui peut manquer ici; peut-être en ai-je déjà trop dit.

L'Odorat.

L'ODORAT, à qui nous donnons le troisieme rang parmi les sens, quand on commence par ceux qui sont en apparence les plus grossiers, pourroit être placé au second, si l'on avoit égard à l'ordre que la nature observe dans leur exercice; car ses fonctions précedent souvent celles du goût. Ce qu'on nous présente pour boire ou pour manger n'est guere admis, s'il n'a été examiné d'abord, & approuvé par ce sens; & les animaux qui n'ont le tact ni aussi familier, ni aussi fin que nous, décident par l'usage du nez de la qualité des aliments, sur-tout quand ils sont nouveaux pour eux, & qu'ils n'y voient pas extérieurement de ressemblance avec ce qui leur est déjà connu. Il y a

II. LEÇON.

une ſi grande affinité entre le goût & l'odorat, tant par rapport à l'objet que par rapport à l'organe, que quelques Anatomiſtes ont regardé le dernier comme une partie, ou comme un ſupplément du premier : & en effet, nous voyons que tout ce qui agrée à l'un, eſt naturellement ami de l'autre ; on eſt tenté de porter à la bouche les matieres qui exhalent des odeurs agréables, à moins qu'on ne leur connoiſſe des qualités nuiſibles ; & ſi par hazard quelque aliment uſité déplaît à l'odorat, il faut que l'habitude, ou quelques motifs puiſſants l'emportent ſur la répugnance qu'il ne manque pas de faire naître, ſans quoi l'on s'en interdit l'uſage ſur le ſeul témoignage du nez.

Comme l'intérieur du nez communique avec la bouche, il arrive ſouvent que les ſenſations du goût s'allient & ſe confondent, pour ainſi dire, avec celles de l'odorat : cet effet arrive quand les ſaveurs ſont ſpiritueuſes & volatiles, & delà vient encore une variété prodigieuſe de ſenſations différentes, ſelon que l'odorat y a plus ou moins de part. Quand il y

participe un peu trop, comme ſon organe eſt plus ſenſible que celui du goût, celui-ci perd ſes droits pendant quelques inſtants, & toute la ſenſation appartient à l'odorat. Qui eſt-ce qui ne ſait pas ce qui arrive, lorſqu'on prend une doſe de moutarde trop peu meſurée, ou lorſqu'on avale à longs traits de la biere forte ?

Il paroît que le principal objet de l'odorat ſont les ſels volatils, & que la variété des odeurs vient du mêlange & de la quantité des autres principes qui leur ſont unis ; car les ſels fixes ne ſont point capables de ſe porter à l'organe, & tout ce qui n'eſt point ſel dans les mixtes, quoiqu'il ſoit volatil, ſemble inſipide à l'odorat comme au goût. On obſerve au contraire que tout ce qui facilite l'évaporation des matieres où le ſel volatil abonde, tout ce qui développe leurs principes, les rend auſſi plus odorantes. Quand on cuit les viandes, l'action du feu diviſe les parties, les ſubtiliſe, & les met en état de s'exhaler, & alors les odeurs deviennent très-ſenſibles. Quand on mêle du ſel ammoniac en poudre

II. LEÇON.

avec de la chaux vive, ou avec du ſel de tartre, le volatil urineux ſe développe, s'éleve, & ſe fait vivement ſentir.

Par la même raiſon la fermentation ou la putréfaction, rend preſque toujours odorantes les matieres qui ne le ſont que peu ou point dans leur état naturel, & le plus ſouvent elle change la qualité des odeurs ; car ces mouvements inteſtins donnent lieu aux parties de ſe déplacer & de ſe déſunir. Si cette déſunion ne va pas juſqu'à décompoſer les molécules, & changer la nature du mixte qui commence à fermenter, il devient ſeulement plus odorant, parce qu'il s'exhale en plus grande quantité ; mais ſi les principes mêmes qui compoſent les parties intégrantes viennent à ſe ſéparer, non-ſeulement l'odeur en deviendra plus forte & plus pénétrante, parce que l'organe ſera affecté par des parties plus ſubtiles, mais la ſenſation ſera auſſi d'une autre eſpece, parce qu'elle ſera cauſée par des corpuſcules d'une ſtructure différente, où la partie ſaline, qui eſt le principal agent, ſera plus

plus ou moins abondante, plus ou moins développée : un fruit qui se pourrit, la chair qui se corrompt, exhalent des odeurs de plus en plus désagréables, non-seulement parce qu'elles sont plus fortes, mais aussi parce qu'elles sont plus fétides, à mesure que la corruption fait du progrès. II. LEÇON.

Les odeurs sont encore moins caractérisées que les saveurs ; à peine convient-on de quelques sensations fondamentales dans ce genre ; on se contente de rapporter les moins connues à celles qui le sont davantage, à la fumée du soufre, à celle du linge brûlé, à la vapeur de l'urine, à la violette, au citron, à l'ambre, &c. sans prétendre pour cela que ces différentes exhalaisons soient des odeurs simples.

Il faut que les corpuscules capables d'ébranler l'organe de l'odorat, soient susceptibles d'une prodigieuse divisibilité. On en peut juger par une expérience, & par quelques observations que nous avons rapportées dans la premiere Leçon, * pour prouver en général combien les corps sont divisibles. Ces petites parties ex-

* *III. Expérience, pag. 27. & suiv.*

halées flottent dans l'air, & c'eſt ce fluide qui les porte dans l'intérieur du nez où eſt l'organe, lorſque par la reſpiration nous le déterminons à prendre cette voie.

L'intérieur du nez eſt revêtu d'une membrane que les gens de l'art nomment *pituitaire* : c'eſt un tiſſu composé pour la plus grande partie des fibres du nerf olfactif, qui eſt communément reconnu pour être le ſujet des odeurs. Ces fibres nerveuſes aboutiſſent à la ſuperficie de la membrane en forme de petits mammelons, ſur leſquels ſe fait l'impreſſion des corpuſcules odorants. *Fig.* 13. Voilà en gros l'organe de l'odorat; un plus grand détail ne conviendroit point ici : ceux qui voudront être plus amplement inſtruits, trouveront de quoi ſe ſatisfaire dans le traité de M. Lecat, que nous avons cité ci-deſſus, dans l'expoſition anatomique de M. Winſlow, &c. Nous ajouterons ſeulement que les odeurs fortes, & leur fréquent uſage, endurciſſent, pour ainſi dire, les petites houpes nerveuſes auxquelles elles s'appliquent, & leur font perdre ce ſentiment délicat dont

jouiſſent ordinairement les perſonnes qui n'uſent point de tabac ni de parfums. On perd auſſi pour un temps l'uſage de ce ſens, lorſqu'une humeur ſurabondante ou trop épaiſſie, au lieu d'abreuver l'organe autant qu'il convient ſeulement pour entretenir ſa ſoupleſſe & ſa ſenſibilité, engorge & gonfle toute ſa ſubſtance; car alors non-ſeulement il n'eſt point dans ſon état naturel, & diſpoſé à bien faire ſes fonctions, mais l'air qui paſſe avec peine n'y porte pas la même quantité d'odeur : c'eſt ce qu'on éprouve, & qu'il eſt aiſé d'obſerver, lorſqu'on a cette indiſpoſition qu'on appelle *rhume de cerveau*.

Nous ne dirons rien ici de l'ouie ni de la vue, parce que nous aurons occaſion d'expliquer le méchaniſme de ces deux ſens, en traitant des ſons & de la lumiere; il nous reſte à terminer cette digreſſion par quelques remarques qui ſe préſentent encore à faire ſur les ſens en général conſidérés dans l'homme.

1° Quoique, ſuivant l'intention de la nature, chaque individu de notre eſpece doive faire de ſes ſens l'uſage

II. LEÇON.

pour lequel ils lui ſont accordés, cependant il eſt indubitable que toutes ces facultés ne ſont point au même degré de délicateſſe dans tous les hommes. On en a vu * dont l'odorat étoit auſſi fin que celui des chiens de chaſſe; d'autres diſtinguent les objets dans un lieu aſſez obſcur pour les dérober aux vues ordinaires; certains gourmets apperçoivent dans les ragoûts & dans les liqueurs, des différences qui échappent aux goûts communs. Un tel degré de perfection dans les ſens, lorſqu'il ne s'y trouve pas aux dépens de quelque avantage plus précieux, doit être regardé comme un bienfait de la nature; mais que la ſenſibilité de nos organes ſoit limitée, & que nos ſenſations n'aient pas toute l'étendue qu'elles pourroient avoir, ce n'eſt point un mal, & nous aurions tort de nous en plaindre: au contraire une délicateſſe dans les ſens, beaucoup plus grande qu'elle ne s'y trouve communément, nous expoſeroit à bien des incommodités, à moins qu'il ne ſe fît en même temps une réforme dans les objets qui ont coutu-

* *Journal des Savants. Avril 1667. Mém. de Trévoux Fevrier 1725.*

me de les affecter, & que nous ne changeassions aussi de maniere de penser. Trop de lumiere blesse nos yeux, tels qu'ils sont ; s'ils étoient plus délicats, une clarté ordinaire seroit toujours excessive, & nous ne verrions jamais sans douleur. Seroit-il agréable de voir toujours les objets comme on les voit à l'aide du microscope ? La plus belle peau ne nous paroîtroit jamais qu'un tissu mal uni ou plein de rugosités ; & le plus beau diamant ne nous montreroit que des faces mal dressées, & peu symmétrisées : il est aisé d'appliquer cette réflexion aux autres sens.

2° Dans l'usage des sens, quoique l'organe soit suffisamment affecté par l'objet, il arrive souvent que la sensation n'a point son effet par rapport à l'ame. Combien de fois n'arrive-t-il pas qu'on a les yeux ouverts sur un objet éclairé, sans le voir ? ou que l'on parle assez haut à quelqu'un qui n'est point sourd, & qui cependant n'entend pas ce qu'on lui dit ? Tous les corps que nous touchons, ou qui nous touchent par hazard, viennent-ils pour cela à notre

connoiſſance ? C'eſt que pour connoître ce que l'on touche, il faut le tâter ; pour entendre, il faut écouter, & pour voir, il faut regarder. Or tâter, écouter & regarder, ce n'eſt pas ſeulement laiſſer agir l'objet ſur l'organe, c'eſt joindre l'attention de l'ame à l'exercice du ſens qui eſt en fonction. Un homme diſtrait ſe comporte ſouvent comme un ſourd, un aveugle, un inſenſible. Qui ne connoît pas les effets de la diſtraction ?

3° Les ſenſations, comme nous l'avons déjà dit, ſont naître des idées, & ces idées ſont agréables ou déplaiſantes à l'ame qui les conçoit ; mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'eſt que le même objet fait plaiſir aux uns & déplaît aux autres. Quelques perſonnes aiment les amers, le plus grand nombre les déteſte ; certaines odeurs plaiſent à ceux-ci, & ſont inſupportables à ceux-là : & c'eſt ce qui a donné lieu à cette maxime : *il ne faut pas diſputer des goûts.* Il y a plus encore : ce qui me faiſoit peine à ſentir il y a quelques années, m'eſt agréable aujourd'hui. Tel qui a marqué de la répugnance en buvant de la biere, ou

en prenant du tabac pour la premiere fois, en fait ſes délices dans la ſuite ; l'odeur du muſc qui étoit de mode autrefois, fait maintenant mal à la tête à tout le monde. Les organes ne ſont-ils pas à-peu-près les mêmes dans tous les hommes ; & changent-ils d'un temps à l'autre dans le même individu ?

Puiſque c'eſt une choſe reconnue, que les parties organiques ſont plus délicates, & par conſéquent plus ſuſceptibles des impreſſions dans certaines perſonnes que dans d'autres, & qu'une action immodérée de l'objet eſt capable de les bleſſer, il peut arriver que ce qui ne ſeroit qu'une ſenſation ordinaire pour les uns, devienne pour les autres une irritation violente, fâcheuſe & inquiétante pour l'ame qui veille à la conſervation du corps, & qui déſapprouve tout ce qui tend à déranger l'économie animale.

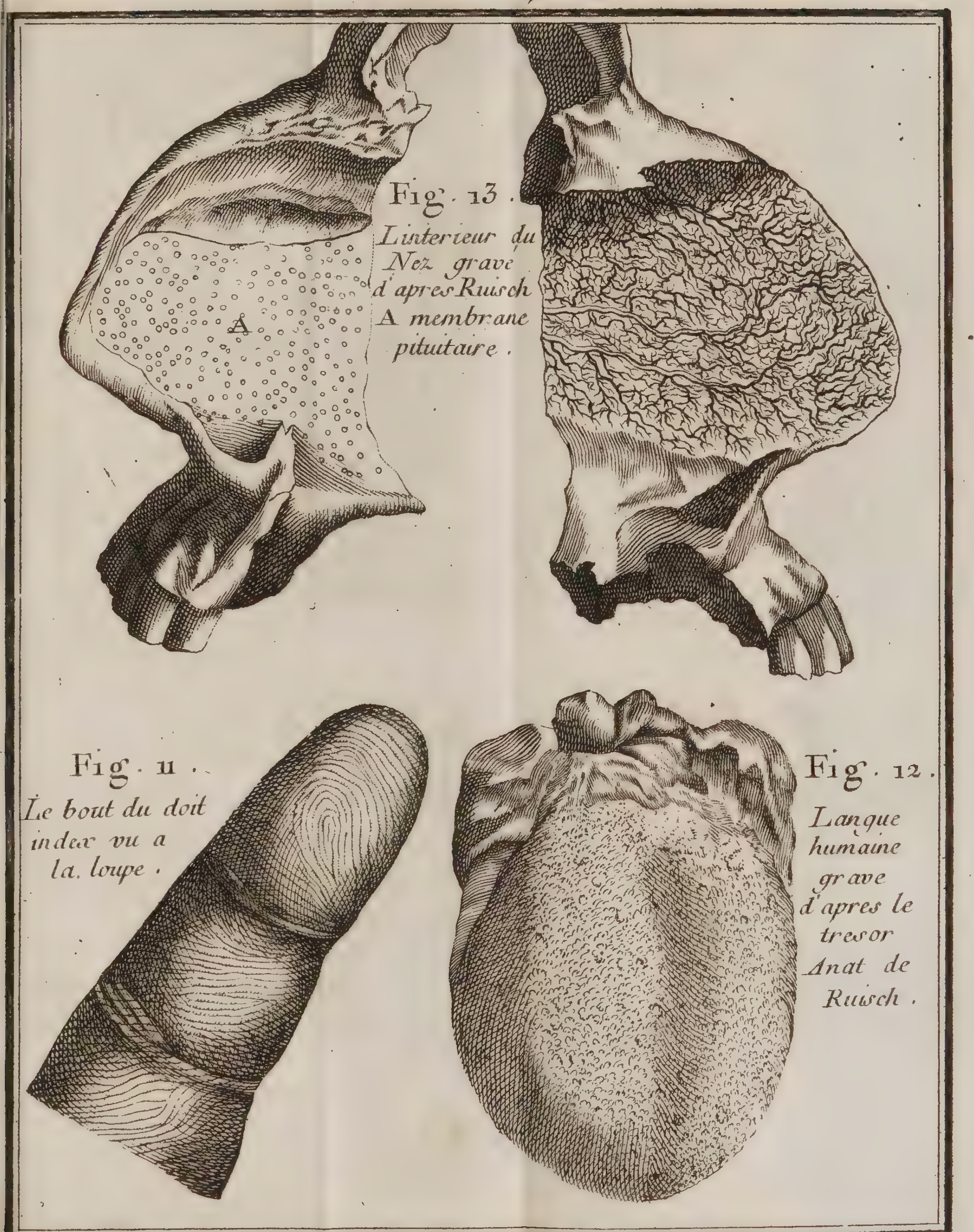
Mais il faut convenir que l'imagination a autant de part qu'aucune autre cauſe à toutes ces variétés. Les objets nous plaiſent ou nous cauſent de la répugnance, ſelon les idées que nous y attachons ; & ces idées dépen-

II. LEÇON.

dent beaucoup de l'habitude, de la mode & des préjugés. On a oui dire à des gens que l'on croit de bon goût, qu'une telle matiere, lorſqu'on la brûle, produit une bonne odeur; en voilà aſſez pour la faire aimer quand on l'éprouvera. Le rapport des yeux préſente d'abord les huitres ſous des ſimilitudes dégoûtantes; mais peu à peu ces premieres idées s'affoibliſſent, & cedent à d'autres plus flatteuſes qu'on a conçues en y goûtant : ainſi comme les ſenſations dépendent en partie de la diſpoſition de l'organe, les jugements qui s'enſuivent, tiennent beaucoup auſſi de celles de l'ame.



III. LEÇON.


Fig . 13 .
Linterieur du
Nez gravé
d'apres Ruisch
A membrane
pituitaire .
A
Fig . 11 .
Le bout du doit
index vu a
la. loupe .
Fig . 12 .
Langue
humaine
gravé
d'apres le
tresor
Anat de
Ruisch .



III. LEÇON.

De la Mobilité des Corps, du Mouvement, de ses propriétés & de ses loix.

PREMIERE SECTION.

De la Mobilité des Corps.

III. LEÇON.

IL ne faut point confondre la *mobilité* avec le *mouvement*; ce ſont deux choſes tout-à-fait différentes. La premiere eſt une propriété commune à tous les corps; l'autre eſt un état hors duquel on les conſidere ſouvent, & qui ne leur eſt point eſſentiel. Je me repréſente quelquefois telle ou telle matiere comme étant en repos: mais je conçois toujours qu'elle peut recevoir le mouvement qu'elle n'a pas.

La mobilité eſt fondée ſur certaines diſpoſitions qui ne ſe trouvent pas au même degré dans tous les corps; c'eſt ce qui fait que les uns

III. LEÇON.

ſont plus mobiles que les autres, c'eſt-à-dire, qu'il faut employer moins de force pour les faire paſſer du repos au mouvement. Les principales de ces diſpoſitions ſont la figure, le poli de la ſurface, & la quantité de matiere contenue ſous le volume d'un corps qu'on veut mouvoir.

Pour concevoir ceci facilement, repréſentons-nous d'abord deux maſſes de verre, d'ivoire, &c. d'égal poids, dont l'une ſoit un cube, & l'autre une boule, toutes deux poſées ſur une table. Ces deux corps ne différeront que par la figure, & cela ſuffira pour rendre le dernier beaucoup plus propre que le premier à recevoir & à conſerver le mouvement. Donnons-leur maintenant la même figure, & ne changeons rien à l'égalité de leurs maſſes; mais imaginons ſeulement que la ſurface de l'un eſt raboteuſe, & que celle de l'autre eſt unie; cette différence rendra celui-ci plus mobile; une moindre force le fera mouvoir ſur un plan ſolide ou dans un fluide. Enfin ſuppoſons deux corps bien ſemblables par leur figure, & par le poli de leurs ſurfaces, mais dif-

férents par leurs quantités de matiere ; une bille d'ivoire, par exemple, & une autre de plomb, de même diametre, suspendues de même, ou posées sur le même plan horizontal & fort droit, ne faudra-t-il pas frapper celle-ci plus fortement que l'autre, pour la mouvoir ? & la même force imprimée à l'une & à l'autre, ne trouvera-t-elle pas moins de résistance dans la plus légere que dans la plus pesante ?

Cette résistance au mouvement qu'on apperçoit dans tous les corps, ayant égard seulement à leur masse, se nomme *force d'inertie* : elle est, ainsi que la pesanteur, proportionnelle à la quantité de matiere propre de chaque corps. Mais quoique ces deux forces aient cela de commun entr'elles, on ne peut pas dire qu'elles soient la même chose ; il y a des preuves du contraire : la pesanteur, comme nous le verrons dans la suite, exerce toujours son action de haut en bas, &, autant qu'elle peut, perpendiculairement à l'horizon ; mais la force d'inertie résiste au mouvement dans quelque sens qu'on fasse effort pour mouvoir un corps.

III. LEÇON.

Pour nous faire une idée juste de l'inertie, représentons-nous l'expérience proposée par M. Newton, *Fig.* 2. Imaginons un corps d'une grandeur & d'un poids déterminé ; par exemple, une boule de plomb pesant une livre, suspendue librement par un fil fort long dans un air tranquille, & une autre boule de plomb semblable, pareillement suspendue, qui va heurter la premiere avec quatre degrés de mouvement. Si la boule en repos ne faisoit aucune résistance à celle qui vient la heurter, après le choc, on les verroit toutes deux se mouvoir avec quatre degrés de mouvement. Car pourquoi le mouvement diminueroit-il dans la boule qui choque, s'il n'y avoit point de résistance de la part de celle qui est choquée ? & par quelle raison la boule déplacée ne le seroit-elle pas selon toute l'étendue du mouvement qui la pousse ? Mais l'expérience fait voir autre chose : la boule en repos reçoit de celle qui la frappe une portion de son mouvement ; & cette derniere perd dans le choc ce que l'autre paroît avoir acquis. Un corps en repos fait donc une ré-

ſiſtance réelle à l'effort qui tend à le mouvoir. Il y a plus encore ; ſi la boule en repos, *Fig.* 2, peſe 30 ou 40 livres, l'autre qui n'a plus alors qu'une maſſe beaucoup moindre, avec le même effort, ne la porte pas auſſi loin que dans le cas précédent ; cependant ſi pour mouvoir un corps quelconque, il ne s'agiſſoit que de lui faire perdre ſon état de repos, le mouvement communiqué ſeroit le même dans une groſſe que dans une petite maſſe. Il y a donc quelque choſe de plus à vaincre qu'une ſeule privation de mouvement.

Dira-t-on que la boule en repos ne réſiſte que parce qu'elle eſt appuyée par l'air qui l'environne, & qu'il faut qu'elle déplace pour changer de lieu ?

Mais, 1° les corps qui ſe choquent dans le vuide font voir la même choſe que dans l'air, ou s'il y a des différences, elles ne ſont pas ſenſibles.

2° La réſiſtance de l'air fait elle-même partie de la queſtion préſente ; car il s'agit de l'inertie des corps en général. Si l'air en qualité de matiere, fait réſiſtance au mouvement des

corps qui tendent à le déplacer, & qu'on en convienne, l'inertie eſt prouvée.

3° Si la réſiſtance que fait la boule en repos, venoit uniquement de celle de l'air, ſur lequel elle s'appuie, pour réſiſter une fois plus, il faudroit qu'elle répondît à un volume d'air une fois plus grand : mais le fait eſt qu'il ſuffit de doubler le poids de la boule, & tout le monde ſait qu'un ſolide ſphérique, pour avoir le double de maſſe, ne reçoit pas une ſurface deux fois auſſi grande que celle qu'il avoit.

Seroit-ce donc la peſanteur de la boule ſuſpendue qui s'oppoſeroit à ſon déplacement ? De quelque longueur qu'on ſuppoſe le fil, dira-t-on, ſi le corps grave qu'il tient ſuſpendu, eſt libre, il le tiendra tendu dans une ſituation verticale, & ſe placera au point le plus bas que la ſuſpenſion lui puiſſe permettre d'obtenir. Il ſuit delà que ſi on le force d'en ſortir, en quelqu'endroit qu'on le porte à l'entour, il ſera plus haut, & qu'il faudra, pour l'y porter, vaincre ſa peſanteur qui fait effort pour le retenir où il eſt.

Cette objection eſt ſpécieuſe, mais elle ne fera jamais conclure que la force d'inertie & la peſanteur ſont la même choſe dans les corps, à quiconque fera attention que dans les boules ſuſpendues des expériences citées, la réſiſtance eſt toujours proportionnelle aux maſſes conſidérées dans toute leur valeur; au lieu que la peſanteur, dans le temps du repos, eſt réduite à zéro par le fil qui ſuſpend la boule, & qu'elle n'agit preſque pas, lorſque cette même boule ſe meut, ſi le fil eſt fort long, comme on le ſuppoſe, & qu'on ne faſſe décrire que de petits arcs.

Pour rendre ceci plus intelligible, ſuppoſons la boule en repos au bout du fil qui la tient ſuſpendue, alors tout l'effort de ſa peſanteur eſt vaincu par la réſiſtance du point de ſuſpenſion; ſi on la pouſſe avec le doigt dans un arc de cercle, à meſure qu'elle s'éloigne du lieu de ſon repos, on ſent qu'elle peſe de plus en plus ſur la main qui la dirige, de maniere que ſi le fil devient horizontal, elle fait ſentir tout ſon poids; & quand on la conduit en deſcendant par le même arc

III. LEÇON.

de cercle, on ſent décroître proportionnellement l'effort de la peſanteur, juſqu'à ce que le fil ſoit vertical, & que le point de ſuſpenſion ſoit chargé de tout. On conçoit donc que la boule en queſtion ne réſiſte comme peſante, que quand le fil n'eſt plus vertical, quand elle a paſſé du lieu le plus bas à un autre plus élevé; ce déplacement doit donc précéder abſolument la réſiſtance, ou l'effort qui vient de la peſanteur; mais pour opérer ce déplacement, il faut employer une force réelle, capable de vaincre & de tranſporter toute la maſſe de cette boule; car ſi cette force qu'on emploie eſt trop petite, elle n'eſt pas moins une force réelle, & cependant elle n'a point l'effet qu'on demande ſur un corps ſolide dont les parties ſont liées. Ainſi la boule ſuſpendue a donc fait une réſiſtance qu'il a fallu vaincre avant que ſa peſanteur pût ſe faire ſentir.

De plus les fluides réſiſtent auſſi bien que les autres corps. Quand un ſolide ſe meut dans l'eau, en ſuivant une direction horizontale, on ne peut pas dire que la réſiſtance qu'il éprou-

ve, vienne de la peſanteur du milieu, puiſque toutes les parties de ce milieu, qu'on ſuppoſe homogenes, ſont en équilibre entr'elles, & qu'on n'a rien à attendre de leur peſanteur, quand on les tranſporte ſelon une direction qui lui eſt tout-à-fait indifférente, telle qu'on la ſuppoſe.

Enfin la force d'inertie ſe rencontre dans les corps en mouvement, comme dans ceux qui ſont en repos; celui qui ſe meut avec deux degrés, n'en reçoit un troiſieme que par un nouvel effort qu'il faut faire pour le lui donner; la même réſiſtance qu'il oppoſe à la premiere force qui lui ôte ſon repos, il l'emploie également contre celle qui veut ajouter à ſon nouvel état : c'eſt pourquoi après avoir rapporté les expériences qui prouvent la force d'inertie dans les corps en repos, j'en ajouterai une qui me paroît déciſive, & qui ne permet pas de confondre les effets de l'inertie avec ceux de la peſanteur.

III. LEÇON.

PREMIERE EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

LA machine qui eſt repréſentée par la *Fig.* 3 porte environ à 6 pieds de hauteur deux billes d'ivoire *A*, *B*, d'un pouce $\frac{1}{2}$ de diametre chacune, & attachées enſemble avec un peu de cire : le marteau *D*, qui eſt de même matiere, eſt mené par un reſſort que l'on tend plus ou moins, & qui ſe détend quand on tire le cordon *E*, pour faire frapper le marteau sur une des deux billes.

EFFETS.

L'UNE des deux billes d'ivoire *B*, ayant été frappée par le marteau, ſe détache de l'autre *A*, & la précede en tombant.

EXPLICATIONS.

SI les deux billes ſeulement détachées l'une de l'autre, n'obéiſſoient qu'à leur peſanteur, comme on ſuppoſe qu'elles commencent à tomber en même-temps, qu'elles ſont en tout ſemblables, & dans le même air, il

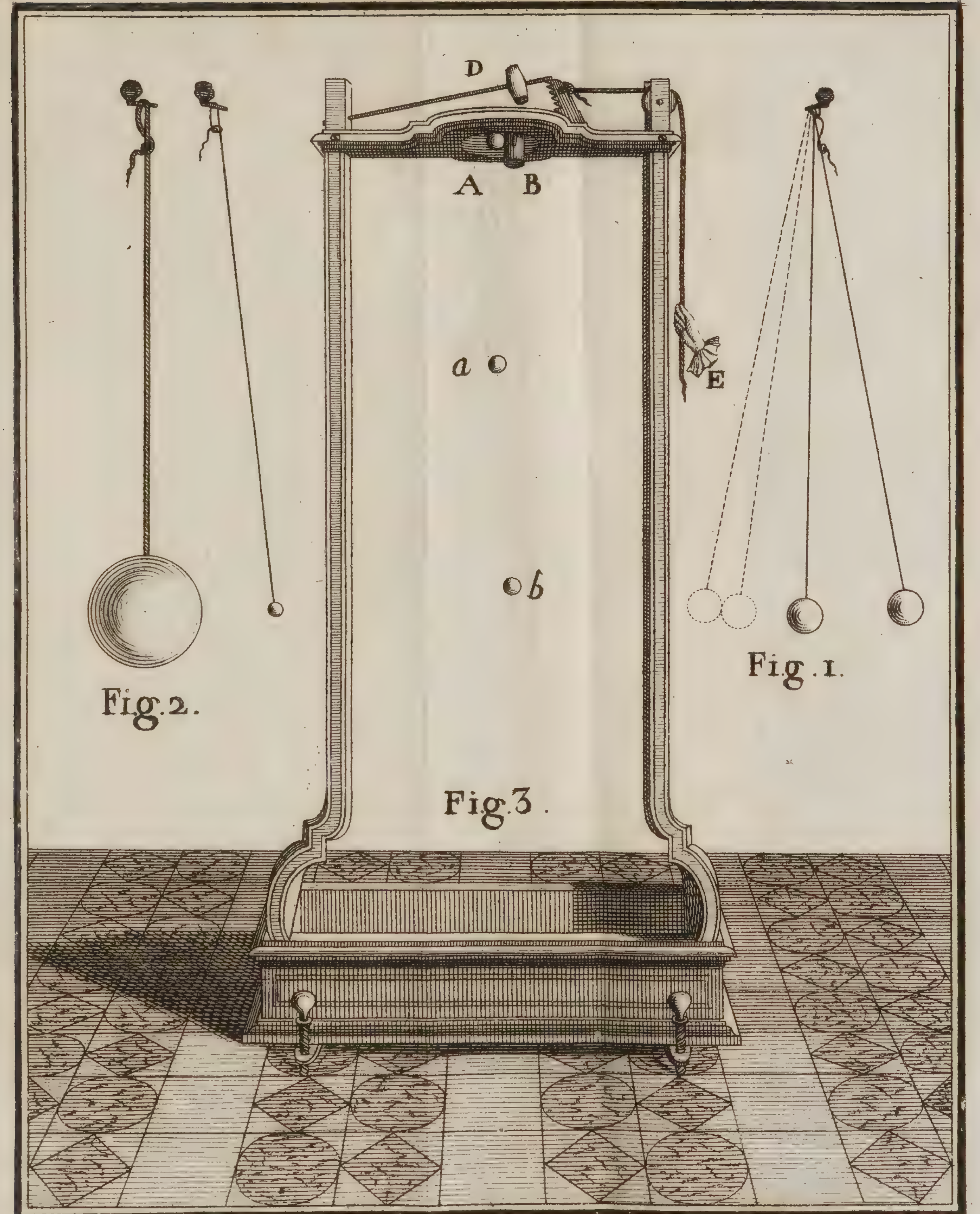
eſt indubitable qu'elles arriveroient enſemble ſur le plan qui termine leur chûte : mais l'une des deux ayant reçu un coup de marteau qui ajoute à l'effort de ſa peſanteur, obéit encore à cette nouvelle impulſion, dont l'effet eſt de la faire précéder l'autre ; & cette préceſſion eſt d'autant plus prompte, que le coup de marteau a été plus grand. Voilà un nouvel effet qu'on ne peut attribuer à la peſanteur, puiſque pour le faire naître, cet effet, il faut employer une cauſe particuliere, ſans laquelle il eſt nul, & dont il ſuit exactement les proportions. Or tout ce qui anéantit une force active, s'appelle réſiſtance : un corps qui tombe librement, réſiſte donc à un mouvement plus prompt que celui de ſa peſanteur, & ne le reçoit que d'une autre puiſſance dont l'action eſt ſuſceptible de plus & de moins.

APPLICATIONS.

UNE pierre que l'on jette avec la main contre un arbre de médiocre groſſeur, y cauſe ſouvent une émotion qui paſſe ſenſiblement juſques

III. LEÇON.

aux branches, & retombe au pied du même arbre, où elle demeure ſans mouvement : une pareille pierre lancée contre un rocher iſolé retombe de même, & ne laiſſe appercevoir aucun ſigne de mouvement communiqué : on voit tout d'un coup la cauſe de cette différence, ſi l'on fait attention que tout ce qui eſt matiere, oppoſe ſon inertie au choc des autres corps, & que cette force par laquelle il réſiſte au mouvement, eſt toujours proportionnelle à ſa maſſe. En ſuppoſant que la pierre portât ſucceſſivement le même effort contre l'arbre & contre le rocher, le premier, comme ayant beaucoup moins de matiere, a fait une réſiſtance trop foible pour conſumer entiérement la force qui l'a ſollicité à ſe mouvoir, ſans être un peu déplacé, & ce déplacement a été ſenſible par l'agitation des branches : l'autre ayant une maſſe beaucoup plus grande, a fait une réſiſtance complette, victorieuſe (pour ainſi dire) & l'effort de la pierre diſtribué à un certain nombre de ſes parties, n'a pas ſuffi pour s'étendre à toutes d'une maniere ſenſi-


D
A
B
a
b
E
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.

ble, & pour mouvoir le corps en ſon entier.

On a vu ci-deſſus qu'une boule de plomb qui peſe une livre, & qui va heurter une autre boule de même matiere & de même poids, lui donne une certaine quantité de mouvement, & qu'elle en donne moins, ou, pour parler plus exactement, qu'elle déplace moins une troiſieme boule qui peſe trente ou quarante fois autant. On en a conclu, comme on le devoit, que ce dernier corps ayant plus de matiere, réſiſtoit davantage; delà il ſuit que plus il aura de maſſe, plus il aura de réſiſtance, & qu'enfin il peut en avoir en telle quantité, que l'effort qu'il a à ſoutenir, ne ſuffiſe pas pour être diſtribué ſenſiblement à toutes ſes parties. Cependant ce corps ne peut pas ſe déplacer, que toutes ſes parties ne ſe meuvent en commun; c'eſt donc par cette raiſon que l'inertie des corps conſerve les uns ſenſiblement en repos contre un effort qui met les autres en mouvement.

III. LEÇON.

II. SECTION.

Du mouvement en général, & de ses propriétés.

On appelle *mouvement*, l'état d'un corps qui est actuellement transporté d'un lieu dans un autre, soit qu'on le considere en totalité, soit qu'on n'ait égard qu'à ses parties. Ainsi le bateau qu'on abandonne au courant de la riviere, est en mouvement, parce qu'il change continuellement de place ; & l'on ne peut point nier que les ailes d'un moulin ne se meuvent, quoiqu'elles tournent dans le même lieu, parce que chacune d'elles passe successivement par tous les rayons du cercle qu'elle décrit.

Toutes les fois qu'un corps se meut, il change de situation respectivement aux objets qui l'environnent de près ou de loin : un homme, par exemple, assis dans un carrosse, ou dans un bateau qui le transporte, change continuellement de rapports, sinon avec les personnes qui l'accom-

pagnent, au moins à l'égard des différents lieux qu'il parcourt pendant son voyage. III. Leçon.

Si j'apperçois à ma gauche ce que j'avois à ma droite, je puis donc conclure en toute sûreté, qu'il y a eu un mouvement réel ; mais ce changement de rapport ne suffit pas seul pour m'apprendre si c'est moi qui ai passé du lieu que j'occupois, dans un autre. Car le même effet s'ensuivroit, quand j'aurois resté constamment en repos, pourvu qu'on eût déplacé ce que j'ai autour de moi. Que le soleil tourne en 24 heures autour de la terre, ou qu'en un pareil temps la terre tournant sur elle-même, présente successivement tous les points de sa surface à la lumiere de cet astre, c'est la même chose, quant aux apparences ; & le systême qui attribue le mouvement réel à notre globe, pour expliquer les différents aspects du ciel, n'eût jamais été qu'une pure hypothese, & ne l'emporteroit pas sur l'opinion contraire, s'il n'étoit appuyé d'ailleurs sur des raisons plus fortes que les positions relatives des corps célestes avec la terre.

III. LEÇON.

Il y a trois choses principales à considérer dans un corps qui se meut : sa *direction*, sa *vîtesse*, & la *quantité* de son mouvement.

La direction s'exprime par la ligne droite qu'un corps décrit, ou tend à décrire par son mouvement : car quoiqu'il parcoure un espace, qui, outre sa longueur, a encore les autres dimensions qu'il a lui-même, cependant, comme si sa matiere étoit réduite en un point, on ne considere dans la direction que le chemin parcouru par ce seul point ; c'est pour cela qu'en nommant deux termes seulement, on fait connoître sans équivoque de quelle maniere le mobile se dirige ; comme quand on dit : *telle riviere coule de l'Est à l'Ouest ; tel objet passe de droite à gauche.*

Quand un corps commence à se mouvoir, c'est toujours par une ligne droite, qu'il suit autant qu'il peut ; & quand il est obligé de la quitter, il recommence à en décrire une autre de la même espece, qu'il n'abandonne encore que quand on le force de se diriger autrement, mais toujours en ligne droite, comme nous le

le ferons voir ci-après. Ainsi quand un mouvement se fait en ligne courbe, cette courbe n'est autre chose qu'une suite de petites lignes droites différemment dirigées. La fronde qu'on fait circuler passe par une infinité de directions ; & le cercle qu'elle décrit peut être considéré comme un polygone d'une infinité de côtés.

On donne aux directions des corps qui sont en mouvement, autant de noms différents, qu'il en appartient aux positions relatives des lignes droites ; on dit, par exemple, tel corps se meut *obliquement*, *parallelement*, *perpendiculairement*, &c. à l'horizon, à tel ou tel plan. La direction de la pluie est oblique à l'horizon, quand il fait du vent.

La vîtesse du mouvement se connoît par l'espace qu'un mobile parcourt, & par le temps qu'il emploie à le parcourir. Pour avoir une idée distincte de la vîtesse, il ne suffit pas de dire, un homme a fait dix lieues, il faut encore accuser pendant combien d'heures il a marché.

De même quand il s'agit des vîtesses relatives, ce n'est point assez de

III. LEÇON.

comparer le temps, ou les eſpaces ſeulement, pour ſavoir en quel rapport ſont les vîteſſes de deux corps, il faut diviſer les eſpaces par les temps; & ſi l'on trouve, par exemple, qu'en temps égaux chacun d'eux ait parcouru une toiſe, on pourra conclure égalité de vîteſſe, & l'inégalité au contraire, ſi l'un des deux emploie plus de temps à parcourir un eſpace donné, ou que dans un temps déterminé il ne parcoure pas autant d'eſpace que l'autre. Les aiguilles d'une pendule, ou d'une montre, font toutes deux le tour du cadran : elles parcourent le même eſpace; mais celle des heures emploie douze fois autant de temps que celle des minutes : la derniere a douze fois autant de vîteſſe que la premiere; ou bien en prenant le temps de douze heures pour la meſure commune, on verra, en comparant les eſpaces parcourus, que l'aiguille des minutes fait douze fois le chemin que celle des heures ne parcourt qu'une ſeule fois; ce qui revient au même.

On confond aſſez ſouvent la vîteſſe avec le mouvement; ſi l'on fait

tourner un morceau de liege une fois plus vîte qu'un plomb de pareil volume, on dit communément, que le liege a plus de mouvement. Cette expreſſion n'eſt point exacte, & l'on verra bientôt que le plus ou le moins de mouvement ne vient pas ſeulement du degré de vîteſſe. Cependant ceux mêmes qui ne l'ignorent pas, ſe conforment quelquefois à l'uſage; & l'on dit, un *mouvement uniforme*, *accéléré*, *retardé*, &c. quoique ces modifications doivent toujours s'entendre de la vîteſſe.

La vîteſſe *uniforme* eſt celle d'un corps qui parcourt des eſpaces égaux en temps égaux. Comme ſi la boule qui roule ſur un plan parcourt une toiſe dans la ſeconde, une autre toiſe dans une ſeconde ſuivante, une toiſe encore dans la troiſieme ſeconde, & toujours de même, de façon que les temps & les eſpaces parcourus ſoient toujours égaux entr'eux. Cette uniformité ſe conçoit aiſément comme poſſible; mais dans l'état naturel elle ne ſe rencontre preſque jamais, à cauſe des obſtacles inévitables dont nous parlerons ci-après.

III. LEÇON.

On appelle vîteſſe *accélérée* celle d'un mobile qui dans des temps égaux meſure des eſpaces qui vont toujours en augmentant, ou bien des eſpaces qui ſont égaux entr'eux, dans des temps qui décroiſſent de plus en plus, comme une pierre qui tombe librement, & qui va plus vîte vers la fin de ſa chûte qu'au commencement.

Si tout au contraire, des eſpaces égaux ne s'achevent que dans des temps qui augmentent de plus en plus, ou, qu'en ſuppoſant l'égalité des temps, les eſpaces parcourus aillent toujours en décroiſſant, cette vîteſſe eſt celle qu'on nomme *retardée*; telle eſt celle d'une bille qu'on fait rouler, & qui ſe rallentit peu à peu juſqu'au repos.

La quantité du mouvement s'eſtime par la maſſe & par la vîteſſe priſes enſemble, de maniere qu'en multipliant l'une par l'autre, on peut ſavoir au juſte quel eſt le rapport des mouvements des deux corps que l'on compare. Suppoſons, par exemple, qu'un des deux ait 100 grains de matiere, que l'autre en ait 500, & que tous deux ſe meuvent avec 4 de-

grés de vîteſſe, la quantité du mouvement dans le premier ſera 100 multiplié par 4, ce qui fera 400; & dans le dernier ce ſera 500 multiplié par 4, le produit ſera 2000 : ainſi ces deux quantités de mouvement comparées ſeront entr'elles comme 400 & 2000. On apperçoit aiſément la raiſon pour laquelle on doit eſtimer ainſi la quantité du mouvement, quand on conſidere que toute la vîteſſe avec laquelle on fait mouvoir un corps, appartient également à toutes les parties de ſa maſſe; car ſi je mets un tout en état de parcourir une toiſe en une ſeconde de temps, je détermine par-là ſa vîteſſe; mais je l'imprime, cette vîteſſe, à toutes les parties qui compoſent ce tout; de ſorte que ſi après l'impulſion reçue, elles venoient à ſe déſunir, on ne conçoit pas qu'aucune d'elles dût demeurer en repos; on ſent au contraire qu'en obéiſſant toutes également à la même cauſe qui les a déterminées à ſe mouvoir, elles continueroient d'exécuter ſéparément ce qu'elles ont commencé en commun, en faiſant abſtraction néanmoins des obſtacles qui augmen-

III. LEÇON.

tent en conséquence de la division, & que nous expliquerons ailleurs.

Un corps qui se meut, peut en mouvoir d'autres, & cette faculté est relative aussi à sa masse & à sa vîtesse, de façon qu'on peut compenser l'une par l'autre. Car celui qui a peu de masse fait autant d'effort, avec beaucoup de vîtesse, qu'un autre en feroit avec moins de vîtesse, s'il avoit plus de masse. Avec un petit marteau qu'on fait agir promptement, on chasse aussi loin le même clou, qu'avec un plus gros qui tomberoit lentement; une petite baguette ne blesse pas comme un bâton, quand bien même l'une & l'autre frapperoient avec la même vîtesse.

Le mouvement des corps, quand il est employé pour en mouvoir d'autres, soit qu'il tende à les mouvoir seulement, soit qu'il les meuve en effet, se nomme *puissance* ou *force motrice*.

On avoit toujours pensé que cette force en toutes sortes de cas indistinctement, devoit être évaluée comme la quantité du mouvement par la masse

& par la vîteſſe ; & en effet qu'un corps ſollicité à ſe mouvoir, ſe meuve réellement, ou bien qu'il ſoit retenu par des obſtacles, on ne voit autre choſe en lui que la vîteſſe qu'il a ou qu'il auroit, multipliée autant de fois qu'il a de parties ſolides, ou (ce qui eſt la même choſe) toute ſa maſſe multipliée par ſa ſimple vîteſſe ; & l'on ne voit pas que des oppoſitions invincibles, ou la liberté d'agir, puiſſe rien changer à ſa quantité de matiere, ni à l'impulſion qui a une fois réglé ſon degré de vîteſſe.

Cependant pluſieurs Philoſophes très-célebres ont embraſſé le ſentiment de M. Leibnitz, qui le premier a établi une diſtinction entre la force motrice qui eſt vaincue par un obſtacle, & celle qui agit contre une réſiſtance qui cede. Ils appellent la premiere *force morte*, & ils conviennent qu'elle doit être évaluée comme la quantité du mouvement, en multipliant la maſſe par la ſimple vîteſſe. Quant à la derniere, qu'ils nomment *force vive*, ils prétendent que, pour l'eſtimer ſelon ſa juſte valeur, il faut multiplier la maſſe, non

III. LEÇON.

par la ſimple vîteſſe, mais par le quarré de la vîteſſe, c'eſt-à-dire par la vîteſſe multipliée par elle-même. Si, par exemple, la vîteſſe eſt 3, ce n'eſt point par 3 qu'il faudra multiplier la maſſe, mais par 9, qui eſt le produit de 3 multiplié par 3. Suivant cette opinion, un corps qui agit contre un obſtacle avec 2 de maſſe, & une impulſion qui regle ſa vîteſſe à 4, n'a que 8 degrés de force, tant que la réſiſtance eſt victorieuſe; mais ſi cette réſiſtance vient à céder, la force à laquelle elle obéit devient vive, & de 8 elle s'éleve à 32.

On juge bien qu'un Philoſophe comme M. Leibnitz, & auſſi verſé qu'il l'étoit dans les Mathématiques, ne s'eſt point déterminé légérement à introduire un principe auſſi nouveau, & qui paroît d'une auſſi grande importance pour la méchanique; il l'a même annoncé par un titre qui marquoit ſa confiance; * & en effet il appuie ſa théorie ſur des expériences & par des raiſonnements ſi ſpécieux

* *Brevis demonſtratio erroris memorabilis Carteſii, & aliorum, &c.* Act. Erud. Lipſ. 1686, p. 161.

ſpécieux, qu'on ne doit point être ſurpris qu'il ait trouvé des défenſeurs parmi les Phyſiciens les plus habiles, & les plus éclairés. Mais l'on ne peut diſſimuler auſſi que le plus grand nombre, révolté contre cette nouvelle doctrine, l'a regardée comme un paradoxe; & qu'après de longues diſcuſſions, la plûpart ont penſé qu'il falloit plutôt chercher à concilier des phénomenes qui ſervent de preuves à l'opinion de M. Leibnitz, avec des principes connus & généralement avoués, que d'admettre une nouveauté qui ne paroiſſoit point liée avec les idées claires & diſtinctes qu'on s'étoit faites juſqu'alors du mouvement des corps.

Nous ne croyons pas devoir approfondir cette queſtion dans un Ouvrage, où l'on ne s'eſt propoſé que d'établir les principes les moins conteſtés: les pieces de ce fameux procès ſe trouvent mieux expoſées que je ne pourrois le faire, dans pluſieurs Ouvrages imprimés & très-connus. Je n'en citerai que deux; l'un eſt le vingt-unieme & dernier chapitre d'un volume in-8°, imprimé en 1740

III. LEÇON.

ſous le titre d'*Inſtitutions de Phyſique*; dans lequel Madame la Marquiſe du Châtelet a fait valoir avec toute la ſagacité poſſible, tout ce qu'on peut dire en faveur des forces vives : l'autre eſt une *Diſſertation ſur l'eſtimation des forces motrices des Corps*, dans laquelle M. de Mairan, qui en eſt l'Auteur, rappelle un Mémoire qu'il avoit lu en 1728 à l'Académie des Sciences, & dans lequel il combat l'opinion des forces vives par des raiſons bien fortes, & explique fort intelligiblement, & par les principes ordinaires, tout ce qui paroiſſoit ne pouvoir l'être qu'en admettant celui de M. Leibnitz.

Je ne dois pas omettre cependant (& c'eſt une des raiſons qui me diſpenſent de m'étendre davantage ſur cette queſtion) que ſi les ſentiments ſont partagés ſur la maniere d'évaluer la force des corps en mouvement, on eſt parfaitement d'accord ſur le produit de ces forces, & ſur les effets qui en doivent réſulter. Ceux qui n'admettent point la diſtinction Léibnitienne, conviennent cependant

avec les défenſeurs des forces vives, que les effets ſont quadruples de la part d'un corps qui ſe meut avec deux degrés de vîteſſe, par comparaiſon à celui qui n'en a qu'un. Mais, diſent-ils, ce n'eſt pas parce que 4 eſt le quarré de 2, que cet effet s'enſuit; c'eſt ſeulement parce que le mobile qui a deux degrés de vîteſſe, fait un effort qui eſt répété deux fois autant que celui d'un corps qui ſe meut avec un degré de vîteſſe. Et il faut avouer que ſi l'on fait entrer la conſidération du temps dans l'examen des faits qu'on apporte en preuves des forces vives, on ſe retrouve alors dans la route ordinaire, & le quarré des vîteſſes n'a pas plus lieu pour l'eſtimation des forces qui ne ſont que retardées par des réſiſtances qui cedent, que pour évaluer celles qui agiſſent contre des obſtacles invincibles.

III. LEÇON.

Il ſuit de cet aveu & de ſa reſtriction, que ſi l'affaire des forces vives n'eſt point une queſtion de nom, au moins on peut dire qu'elle n'eſt pas d'une auſſi grande conſéquence qu'elle paroiſſoit devoir l'être pour la méchanique; & qu'on peut ſans erreur

eſtimer indiſtinctement dans la pratique, la force des corps par la quantité du mouvement, c'eſt-à-dire, par leur maſſe & par leur ſimple vîteſſe actuelle, s'ils ſe meuvent réellement, & s'ils ſont retenus par des obſtacles invincibles, par leur tendance au mouvement qui eſt comme la maſſe, & leur vîteſſe initiale, c'eſt-à-dire, celle avec laquelle ils commenceroient à ſe mouvoir, ſi l'obſtacle cédoit.

Le *repos* eſt l'état oppoſé au mouvement, c'eſt donc celui d'un corps qui perſévére dans les mêmes rapports de ſituations avec les objets qui l'environnent de près ou de loin. Je dis, de près ou de loin, pour faire entendre qu'il s'agit ici du repos abſolu, & qu'on ne regarde pas comme tel l'état d'un corps qui eſt emporté avec ce qui l'entoure, comme un homme qui voyage avec trois autres perſonnes dans la même voiture; car s'il eſt en repos relativement à ceux qui l'accompagnent, il ne l'eſt pas par rapport aux objets extérieurs.

Cette eſpece de repos à qui nous donnons l'excluſion, eſt peut-être le

ſeul cependant qu'on doive admettre en parlant à la rigueur : car ſi tout le globe que nous habitons, tourne ſans ceſſe ſur ſon axe, & qu'il décrive un orbe autour du ſoleil, comme il eſt très-probable, il n'y a aucun corps ſur ſa ſurface qui ne participe au mouvement qui eſt commun à toutes ſes parties ; & ſi quelque choſe paroît en repos, ce n'eſt que relativement aux autres objets terreſtres. Mais comme tout ce qui l'entoure à cet égard, s'étend autant que toute notre ſphere, quand on ne compare que des corps terreſtres entr'eux, on peut regarder comme abſolu le repos de celui qui ne change point de ſituation reſpectivement à eux.

Le repos n'a pas ſes degrés comme le mouvement, à moins qu'on ne le confonde avec la force d'inertie ; il eſt toujours tout ce qu'il peut être : mais il peut arriver, (& c'eſt une choſe fort ordinaire,) qu'un corps ſoit en repos conſidéré comme un tout, & que ſes parties ſoient dans un mouvement actuel. Un bloc de marbre qui s'échauffe à l'ardeur du ſoleil, ne change point de place, mais toutes

ſes parties ſont agitées ; car tous les Phyſiciens conviennent qu'un des principaux effets de la chaleur, eſt de mettre en mouvement les parties de la maſſe ſur laquelle elle agit.

III. SECTION.

Des Loix du Mouvement ſimple.

ON appelle *Loix du mouvement* certaines regles, ſuivant leſquelles tous les corps ſe meuvent généralement & conſtamment, lorſqu'ils obéiſſent à quelque force motrice.

Le mouvement *ſimple* eſt celui d'un corps qui n'eſt déterminé à ſe mouvoir que vers un ſeul point. Tel eſt celui d'un homme qui gliſſe en ligne droite ſur un canal glacé, ou celui d'un corps grave que ſon propre poids fait deſcendre par une ligne perpendiculaire à l'horizon : un tel mouvement eſt l'effet d'une ſeule impulſion, ou de pluſieurs qui ſe ſuccedent dans la même direction.

Premiere Loi du Mouvement ſimple.

TOUT corps qui eſt une fois mis en mouvement, continue de ſe mouvoir dans la direction, & avec le degré de vîteſſe qu'il a reçu, ſi ſon état n'eſt changé par quelque cauſe nouvelle.

C'eſt-à-dire, que s'il quitte la ligne droite qu'il a commencé à décrire, ſi ſa vîteſſe ſe rallentit, ou s'accélere, ces changements viennent d'une cauſe particuliere qui le détermine autrement, qui ajoute, ou qui retranche à ſon mouvement, ſans quoi la premiere cauſe ne ceſſeroit d'avoir pleinement ſon effet. Car pourquoi ſon état changeroit-il ? La force d'inertie qui l'a retenu, tant qu'elle a pu, dans ſon repos, & qu'il a fallu vaincre pour lui faire prendre du mouvement, le fait réſiſter enſuite, autant qu'elle peut, à toute variation, & cette réſiſtance doit être vaincue de nouveau par une force poſitive, avant qu'on apperçoive aucun degré de plus ou de moins dans l'état du mobile.

Mais pourquoi la nature s'eſt-elle fait une loi qui n'a jamais ſon effet ? ou plutôt, comment avons-nous pu aſſigner aux corps qui ſe meuvent, une conſtance de direction & de viteſſe qui ne repréſente pas la nature ? Quelqu'un a-t-il jamais vu un mouvement ſans altération, & qui ſe perpétuât ſans avoir beſoin d'être réparé ? Le corps le plus mobile, & le plus violemment agité, ne revient-il pas au repos après un temps plus ou moins long ?

Il faut avouer que nous n'avons en notre diſpoſition aucune expérience qui prouve directement, & d'une maniere poſitive, l'énoncé de cette premiere loi.

Mais, 1° nous avons fait voir ci-deſſus, qu'un corps en tel état qu'il ſoit, tend à y perſévérer, par une force que nous avons nommée *inertie.* Ce principe ſuffit pour établir la loi dont il s'agit, puiſqu'en faiſant abſtraction de toute réſiſtance étrangere, lorſqu'une fois un corps eſt en mouvement, on ne voit plus rien en lui qui réſiſte à l'impulſion qu'il a reçue, ni qui détruiſe l'inertie qui

s'oppoſe à ſon changement d'état.

2° S'il eſt vrai que les corps perdent toujours leur mouvement après un certain temps, il n'eſt pas moins vrai qu'on connoît toujours des obſtacles qui le leur font perdre ; & parce que des réſiſtances inévitables (quoiqu'étrangeres) font ceſſer le mouvement d'un corps, ſeroit-ce une raiſon pour conclure que le mouvement eſt de nature à ne pouvoir ſubſiſter ? Ne doit-on pas plutôt juger tout le contraire, de cela même qu'il faut abſolument des réſiſtances poſitives pour le faire ceſſer ? voyons donc quelles ſont les cauſes qui font ceſſer le mouvement, & choiſiſſons par préférence celles qui ſont tellement liées avec l'état naturel, qu'elles ne peuvent être évitées.

Premiérement. Dans quelque endroit & de quelque maniere qu'on faſſe mouvoir un corps, il ſe trouve toujours dans quelque fluide, qui à cet égard ſe nomme *milieu*, & qu'il eſt obligé de pouſſer ſans ceſſe devant lui pour ſe faire un paſſage ; & comme ce milieu eſt matériel, il fait une continuelle réſiſtance au mobile qui tend

à le déplacer. Celui-ci ne peut donc continuer de se mouvoir qu'en employant à chaque instant une partie de son mouvement, pour vaincre cette résistance; ainsi après un certain temps, il l'a tout employé, & se trouve réduit au repos.

Deuxiémement. Tous les corps étant pesants, aucun d'eux ne peut se mouvoir dans une direction différente de celle qui est propre à la pesanteur, s'il n'est soutenu par une suspension, ou par un plan; ou bien il glisse dans quelque fluide qui le touche de toutes parts. De quelque maniere qu'on s'y prenne, il faut toujours qu'il passe par les différents points de la surface du plan qu'il parcourt, ou du milieu qu'il divise, ou que les pieces qui le suspendent fassent la même chose l'une sur l'autre. Cette application successive de surface à surface se nomme *frottement*, & résiste encore au mouvement : car la superficie des corps n'est jamais parfaitement unie; les parties hautes de l'une s'engagent dans les cavités de l'autre, ce qui fait qu'elles ne glissent qu'avec quelque difficulté.

La résistance des milieux & celle

qui vient des frottements, ſont donc des cauſes qui empêchent que la premiere loi du mouvement n'ait un plein effet, parce qu'étant inévitables dans l'état naturel, il en réſulte des réſiſtances qui détruiſent indiſpenſablement une partie de la vîteſſe des corps à chaque inſtant.

III. LEÇON.

Toute machine que l'on fait mouvoir, n'exerce donc jamais, ſur la réſiſtance qu'on s'eſt propoſé de vaincre, tout le mouvement qu'elle a reçu, puiſque les cauſes dont nous venons de faire mention, en conſument néceſſairement une partie. Comme il eſt important de ſavoir ce qui doit lui en reſter après cette déduction, nous allons expoſer ici ce qu'on doit principalement conſidérer quand on veut évaluer les réſiſtances qui naiſſent ou des frottements, ou des milieux.

ARTICLE PREMIER.

De la réſiſtance des Milieux.

LES milieux, quoique fluides, réſiſtent comme les autres corps par leur inertie qui s'oppoſe à leur déplace-

III. LEÇON. ment ; mais l'inertie, comme nous l'avons déjà dit, eſt toujours proportionnelle à la maſſe : toutes choſes égales d'ailleurs, plus le milieu a de denſité, plus il fait de réſiſtance.

Mais la maſſe des corps ne dépend pas ſeulement de leur denſité, elle dépend auſſi de leur grandeur ; car une pinte d'eau peſe plus qu'une chopine de la même eau : ainſi le même milieu en pareilles circonſtances réſiſte à proportion de la quantité qu'on en déplace ; & cette quantité doit être meſurée par la ſurface antérieure du corps qui s'y meut, & par l'eſpace qu'on lui fait parcourir. Si je diviſe l'eau ou l'air avec le plat de la main, à chaque inſtant j'en déplace beaucoup plus que ſi je les diviſois en temps égal, ſeulement avec le tranchant de la même main, & je trouve auſſi plus de réſiſtance.

La maſſe de cette portion du milieu qu'on doit déplacer, étant déterminée par ſa denſité, par la grandeur de la ſurface ſolide qui la pouſſe, elle doit l'être encore par la vîteſſe du mobile ; car on conçoit bien que ſi je fais mouvoir ma main dans l'eau, de la

longueur de deux pieds dans une seconde, je déplace une plus grande quantité du fluide, que si dans un temps égal ma main n'avoit parcouru qu'un espace d'un pied. Or une plus grande quantité d'eau fait une plus grande masse, qui résiste plus, & l'inertie s'oppose à une plus grande vîtesse, comme elle s'est opposée au premier degré qu'on a fait prendre au fluide qui cede. Les expériences suivantes seront preuves de ce que nous venons d'établir touchant la résistance des milieux, & acheveront d'éclaircir ce que nous en avons dit.

PREMIERE EXPÉRIENCE.

PRE'PARATION.

On a divisé en deux parties égales une espece de baquet ou d'auge, par une cloison qui s'étend d'un bout à l'autre, pour mettre de l'eau d'un côté, & laisser l'autre plein d'air seulement. Une double potence qui s'éleve sur le milieu de la cloison, suspend deux verges de la même longueur, aux bouts desquelles sont attachées deux boules de métal, qui sont sembla-

III. LEÇON.

bles par leurs poids & par leurs volumes, & qui peuvent, lorſqu'on les met en mouvement, aller & revenir chacune dans la partie du baquet à laquelle elle répond. Voyez la *Fig.* 4.

EFFETS.

LES deux boules partant en même temps avec des quantités égales de mouvement, celle qui ſe meut dans l'eau perd toute ſa vîteſſe en 4 ou 5 ſecondes, au lieu que l'autre dont les balancements ſe font dans la partie de l'auge qui ne contient que de l'air, conſerve fort long-temps ſa vîteſſe, & ne la perd entiérement qu'après un très-grand nombre de vibrations.

EXPLICATIONS.

LES deux boules étant de même métal, & ayant des volumes égaux, comme on le ſuppoſe, ont néceſſairement des maſſes égales ; & lorſqu'elles commencent à décrire des arcs ſemblables aux bouts de deux verges d'égales longueurs, leurs vîteſſes ſont auſſi ſemblables, comme nous le ferons voir dans la ſuite. Ainſi puiſque

le mouvement ſe meſure par la maſſe & par la vîteſſe, les deux boules de notre expérience commencent à ſe mouvoir avec pareilles quantités de mouvement. Dans le premier inſtant chacune d'elles déplace un égal volume du fluide dans lequel elle ſe meut; mais le volume d'eau déplacé par *F*, eſt environ 800 fois plus denſe que l'air pouſſé par *G*. Ces deux mobiles ont donc déployé leurs forces ſur des réſiſtances bien inégales, puiſqu'elles ſont dans le rapport de 1 à 800; ainſi la boule *F* n'a point pu paſſer outre, qu'elle n'ait conſumé une partie de ſa force, qui égale 800 fois celle que la boule *G* a perdu de la ſienne. Ce qui ſe fait dans le premier inſtant recommence dans l'inſtant ſuivant; & les vîteſſes des deux mobiles diminuent ainſi, avec une différence à peu près proportionnelle à celle des milieux, juſqu'à ce qu'enfin l'un & l'autre ſoient entiérement réduits au repos.

APPLICATIONS.

M. Newton a démontré qu'un corps ſphérique qui ſe meut dans un

milieu tranquille, & d'une densité égale à la sienne, perdoit la moitié de son mouvement avant que d'avoir parcouru un espace égal en longueur à deux de ses diametres. Qu'on se rappelle ici les principes que nous avons établis ci-dessus, & que nous venons de confirmer par l'expérience précédente, on concevra facilement comment on peut soumettre à un calcul exact la résistance qu'un fluide peut faire au mouvement d'un corps solide qui y est plongé. Car supposez que ce soit une boule d'or qui se meuve en ligne droite dans l'eau, ce qu'elle déplace équivaut à un cylindre dont la base a pour diametre celui de la boule, & pour axe la ligne que son centre décrit. On sait quel est le rapport des densités de l'or & de l'eau, on sait aussi quel est le rapport d'une boule à un cylindre, d'un certain diametre, & d'une hauteur donnée. Toutes ces quantités étant donc connues, on peut juger de la résistance que l'eau oppose à la boule pendant qu'elle parcourt tel ou tel espace; & en comparant ce qu'elle a perdu de sa vîtesse, avec ce qu'elle avoit en

commençant

commençant à se mouvoir, on peut juger de ce qui lui en reste.

II. LEÇON.

Nous avons déjà dit que pour évaluer la résistance des fluides, il falloit avoir égard aussi à la vîtesse du mobile. Il n'y a point de milieu si divisible, qui n'exige un temps fini pour céder. Nous trouvons ordinairement ce temps fort court, parce que les vîtesses que nous employons pour les diviser, ne sont point fort grandes; & la comparaison que nous faisons du temps employé contr'eux, à celui avec lequel ils obéissent, nous fait porter ce jugement, dont on revient quand on considere certains effets qu'on ne peut expliquer qu'en supposant qu'on n'a point donné au fluide le temps de céder. Pourquoi, par exemple, les coups de rames font-ils avancer un bateau? & pourquoi le font-ils avancer d'autant plus vîte qu'ils sont plus prompts & plus fréquents? C'est que lorsqu'on frappe l'eau plus vîte qu'elle ne peut céder, elle devient par cette lenteur à obéir le point d'appui d'un levier que le batelier fait agir. Les poissons font avec leurs queues ce que le batelier

III. LEÇON.

fait avec ses rames, le nageur avec ses bras & ses jambes, les oiseaux aquatiques avec leurs pieds, qui pour cet effet sont conformés d'une maniere propre à pousser un grand volume d'eau.

II. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

HI, *Figure* 5, représente un mouvement d'horlogerie, dont le modérateur est un volant à deux ailes, 1, 2; on monte le ressort avec une clef, & la piece *K* est un levier qui se meut de gauche à droite, & de droite à gauche, pour mettre le rouage en jeu, ou pour l'arrêter. On pose cet instrument sur la platine de la machine pneumatique que nous avons représentée entiere dans la *Figure* 1 *de la* 2 *Leçon*, & on le couvre d'un récipient de verre garni par le haut d'une tige de métal *L*, qui passe à travers d'une virole de cuivre pleine de cuirs gras, & avec laquelle on peut mener le levier *K*, sans laisser rentrer l'air, quand on a fait le vuide dans le récipient. Voyez la *Figure* 6.

EFFETS.

Lorſqu'on met le rouage en jeu dans le vuide, on s'apperçoit par la fréquence des coups de marteaux qui battent ſur le timbre, que le mouvement du rouage eſt beaucoup plus libre que quand le récipient eſt plein d'un air ſemblable à celui de l'athmoſphere.

EXPLICATIONS.

Ce qu'on nomme communément le vuide de Boyle, n'eſt autre choſe qu'un eſpace où l'on a raréfié l'air autant qu'il eſt poſſible, par le moyen de la machine pneumatique, que ce Philoſophe Anglois a beaucoup perfectionnée ; mais nous ferons voir, (& tous les Phyſiciens en conviennent) que ce vuide n'eſt qu'un milieu moins denſe que celui où nous voyons la plupart des corps ſe mouvoir. Dans l'un & dans l'autre de ces deux milieux, c'eſt-à-dire, dans l'air ordinaire, & dans l'air raréfié, le rouage n'a point une entiere liberté, parce qu'indépendamment des autres cauſes, le volant a toujours quelque

III. LEÇON.

résistance à vaincre, pour se mouvoir dans le fluide qui l'environne. La résistance de ce fluide est proportionnelle à sa densité ; & par cette raison dans un air moins dense, le modérateur, moins gêné lui-même, laisse plus de liberté aux roues, & procure plus de fréquence aux marteaux.

APPLICATIONS.

On voit par cette expérience que l'air est un milieu résistant qui se comporte, à l'égard des corps en mouvement, comme tous les autres fluides ; à cela près, qu'étant beaucoup moins dense que la plupart d'entr'eux, il résiste moins en pareilles circonstances : c'est pourquoi pour trouver un point d'appui dans sa résistance, comme nous avons vu qu'on en trouve dans celle de l'eau, il faut le frapper avec bien plus de vîtesse, ou bien en pousser un plus grand volume en même temps. Les oiseaux s'élevent, se soutiennent, & font de longs trajets dans l'air, malgré le poids de leur corps qui excede toujours considérablement celui du milieu qu'ils

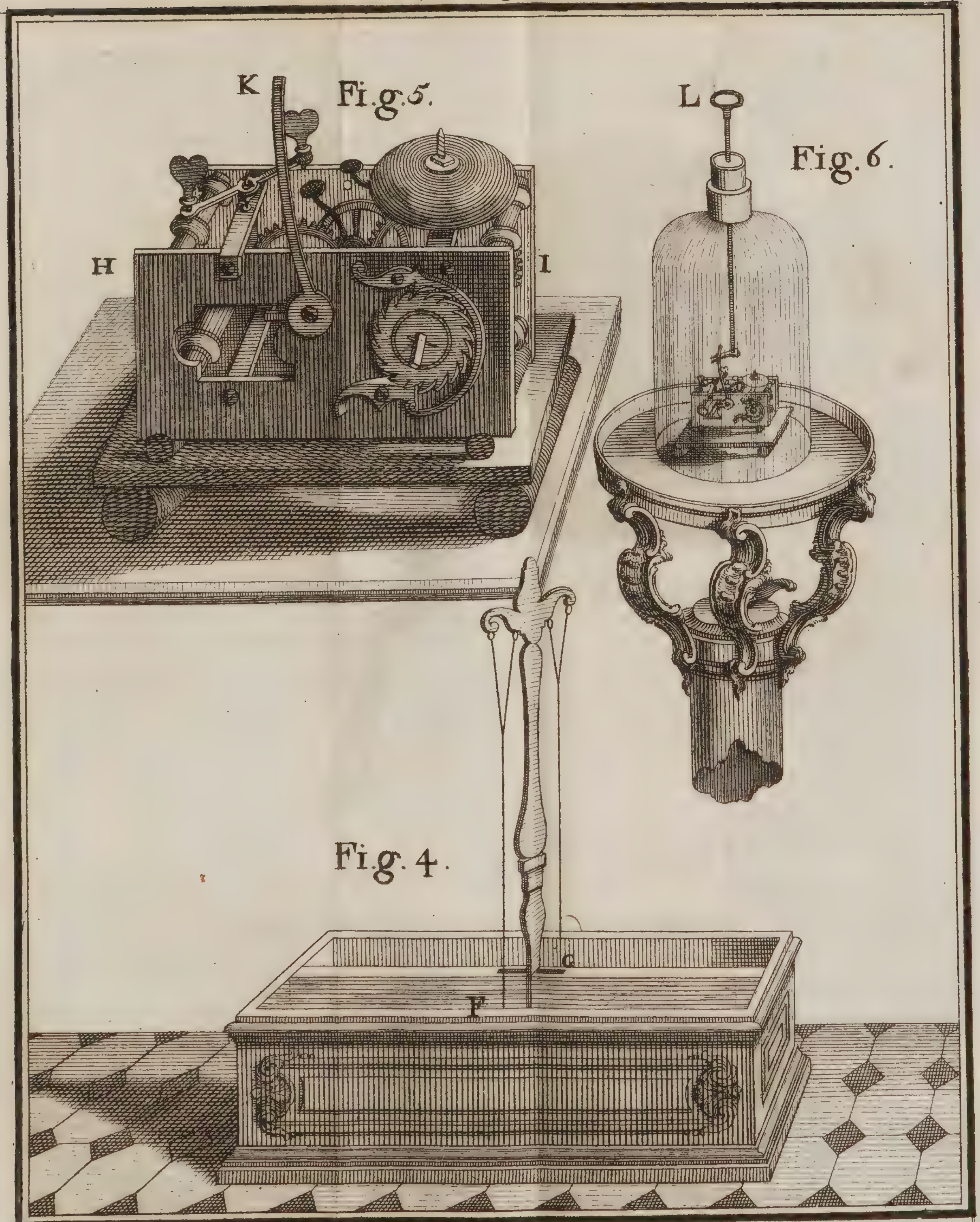
occupent. Ceux qui volent long-temps & fort loin, comme les hirondelles, la plupart des oiſeaux de proie, pluſieurs aquatiques, &c. ont ordinairement peu de corps, beaucoup de plumes, & des ailes fort grandes; ceux au contraire qui ont un vol plus court ou moins fréquent, ont d'ordinaire plus de chair, & des ailes plus petites par proportion. Mais ſi l'on y fait attention, on remarquera que ceux-ci battent plus promptement que les autres en volant; les moineaux, pinçons, chardonnerets, linotes, &c. volent comme par ſauts, & ne ſe ſoutiennent point long-temps dans une même direction; leurs ailes ne peuvent élever & ſoutenir leurs corps que par une vîteſſe à laquelle ils peuvent à peine fournir quelques inſtants : pendant qu'ils ſe repoſent pour recommencer, leur propre poids les gagne, & leur fait perdre une partie de l'élévation précédemment acquiſe; c'eſt pourquoi leur vol n'eſt qu'une ſuite d'élancements.

Il y a des oiſeaux qui ſe ſoutiennent pendant quelque temps à la même élé-

III. LEÇON.

vation, ſans paroître mouvoir les ailes, (ce qu'on nomme *planer* ;) on doit ſuppoſer qu'elles ſe meuvent pourtant, mais que leurs vibrations ſont ſi promptes & ſi courtes, qu'on ne peut les appercevoir à une certaine diſtance. La grande vîteſſe de ce mouvement peut ſuppléer pendant quelque temps à des battements plus ouverts ; & l'on remarque auſſi que les oiſeaux qui planent, ſont obligés de temps en temps de regagner par un vol ordinaire la hauteur qu'ils ont perdue inſenſiblement, & de repoſer, pour ainſi dire, par des mouvements plus lents & plus étendus, les muſcles dont le reſſort a été trop tendu pendant ces vibrations courtes & fréquentes.

On voit par-là pourquoi les oiſeaux domeſtiques, ou ceux qui s'engraiſſent beaucoup en certaines ſaiſons, volent ſi peu ou ſi mal. A meſure qu'ils augmentent en maſſe, il faudroit auſſi que leurs ailes devinſſent plus grandes, pour embraſſer un plus grand volume d'air, ou que leurs forces augmentaſſent par proportion pour les faire agir avec plus de vîteſ-


K
Fig.5.
H
I
L
Fig.6.
Fig.4.
G
F

ſe : mais le degré de force, & la conformation dans chaque eſpece, ne ſont pas variables comme l'embonpoint.

Que l'on compare maintenant le poids d'un homme avec la force qu'il lui faudroit avoir dans les bras, pour mouvoir des ailes d'une grandeur proportionnée à ſa maſſe, avec une vîteſſe capable de le ſoutenir en l'air, & l'on verra quelle a été la folie de ceux qui ont cherché les moyens de voler, & qui les ont regardés comme poſſibles. En vain s'imagineroit-on qu'il ne faudroit que de la dextérité & de l'exercice; il ſeroit facile de faire voir que les bras d'un homme le plus robuſte & le plus exercé, ne ſont pas capables d'un effort ſuivi, qui pût produire un tel effet.

III. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

L'inſtrument que repréſente la *Fig.* 7, eſt un double moulinet dont les ailes en même nombre pour chacun, ſont auſſi de même poids, de même largeur & de même longueur; avec

III. LEÇON. cette différence, qu'à l'un des deux le plan de chaque aile peut s'incliner à l'axe, de telle façon que l'on veut: un même ressort qui se détend, quand on baisse un bouton qu'on voit en *M*, pousse également deux petites broches *NN*, qui sont fixées aux moyeux des moulinets; ainsi en obéissant tous deux à cette impulsion commune, ils commencent à se mouvoir avec des vîtesses égales.

EFFETS.

Si toutes les ailes des moulinets sont dans des positions semblables, relativement à leurs axes; par exemple, si dans l'un & dans l'autre le plan de chaque aile est parallele à l'axe commun, le mouvement imprimé par le ressort dure également dans tous les deux: ils font un pareil nombre de tours, & finissent ensemble de se mouvoir. Si au contraire dans l'un des deux moulinets la largeur des ailes tombe sur l'axe à angles droits, ou (ce qui est la même chose) que leurs plans se trouvent tous dans celui d'un même cercle, alors la même impulsion fait tourner celui-ci bien

bien plus vîte & beaucoup plus long-temps que l'autre.

EXPLICATIONS.

Dans le premier cas de l'expérience précédente, les ailes de chaque moulinet se présentent de face au milieu commun qu'elles ont à déplacer pour se mouvoir : elles ne different d'ailleurs par aucune circonstance, comme on le suppose ; elles éprouvent donc en même temps des résistances égales ; elles perdent par conséquent pareilles quantités de forces dans les mêmes instants ; quand la vîtesse manque tout-à-fait à l'un des deux moulinets, elle doit pareillement manquer à l'autre. Tout au contraire dans le second cas, l'un des deux moulinets présente ses ailes de champ ; dans cette position ce ne sont plus que des lames qui divisent facilement l'air, & qui n'éprouvent plus à beaucoup près la même opposition de sa part, puisque le volume qui doit se déplacer est beaucoup moindre, ainsi celui qui dans des temps égaux perd moins de sa force, doit tourner plus vîte & plus long-temps que l'autre.

III. LEÇON.

APPLICATIONS.

Cette derniere expérience fait voir qu'une même maſſe peut éprouver des réſiſtances différentes dans le même milieu, ſelon qu'elle lui préſente directement une ſurface plus ou moins grande. Le batelier fait agir ſa rame par le plat, quand il cherche un point d'appui dans la réſiſtance de l'eau; mais il la releve par le tranchant, pour ſe moins fatiguer, quand il veut ſe mettre en état de recommencer.

C'eſt par la même raiſon, qu'un corps conſerve ordinairement mieux ſon mouvement, lorſqu'il eſt entier, que s'il eſt diviſé : car la diviſion multiplie les ſurfaces, & par conſéquent la réſiſtance du milieu. Quand une once de plomb ſort d'un fuſil, ſous quelque quantité de ſurface qu'elle ſoit, l'impulſion de la poudre qui détermine ſa vîteſſe eſt la même : cependant tout le monde ſait qu'une balle eſt toujours portée beaucoup plus loin qu'une pareille quantité de plomb en grains : cette différence vient de la réſiſtance de

l'air qui agit en raiſon des ſurfaces ; car chaque petit grain de plomb, ainſi que la balle, préſente toujours à l'air qu'il diviſe, la moitié de ſa ſuperficie ſphérique ; & à poids égaux, la ſomme des petites ſurfaces hémiſphériques du plomb grainé, excede beaucoup celle d'une ſeule balle.

Comme il arrive ſouvent qu'on ne compte point aſſez ſur la réſiſtance du milieu, quelquefois auſſi le préjugé lui en prête plus qu'il n'en a. Qui eſt-ce qui n'a pas oui dire, par exemple, qu'un coup de fuſil qui paſſe au-deſſus de l'eau, ou qui traverſe d'un bord à l'autre d'une riviere ou d'un étang, ne porte pas le plomb auſſi loin que par-tout ailleurs ? La raiſon qu'on en donne, en diſant que la vapeur de l'eau épaiſſit l'air, a bien quelque vraiſemblance ; mais on la fait trop valoir, quand on attribue des effets ſenſibles à ce prétendu épaiſſiſſement de l'air. L'expérience précédente a fait voir qu'on ne fait varier conſidérablement ſa réſiſtance, qu'en faiſant naître des différences conſidérables dans ſa denſité ; & des épreuves que j'ai pluſieurs fois répé-

III. LEÇON.

tées avec ſoin, m'ont appris que le fait en queſtion eſt pour le moins une exagération. Si quelqu'un s'eſt apperçu qu'il n'atteignoit point les objets étant ſur l'eau, comme lorſqu'on tire ailleurs, c'eſt qu'il a été trompé par la diſtance, qui nous paroît toujours moindre quand nous ne voyons qu'une étendue trop uniforme, & que nous n'y trouvons pas d'objets qui nous aident à l'eſtimer. Ainſi il ne ſeroit pas ſurprenant qu'on eût manqué de tuer à 60 pas un oiſeau qu'on croyoit tirer à 50; mais la denſité du milieu augmentée par la vapeur de l'eau, auroit bien peu de part à cet effet. Ajoutez à cela, que preſque tous les oiſeaux aquatiques, plus difficiles que les autres à percer, doivent être tirés de plus près.

JUSQUES ici nous avons conſidéré le milieu comme tranquille; mais s'il eſt agité, ſa réſiſtance ſera augmentée ou diminuée par ſon propre mouvement. Le poiſſon qui remonte le courant d'une riviere, a deux réſiſtances à vaincre: l'une eſt le mouvement de l'eau dont la direction eſt contraire à la ſienne; l'autre eſt l'iner-

tie du volume auquel il répond, & qu'il doit déplacer, comme il feroit dans une eau dormante. Un homme qui marche contre le vent, a la même chose à faire; & c'est pour cette raison que, quand on fait mouvoir un corps contre la direction d'un fluide dont le mouvement est rapide, on diminue son volume autant qu'il est possible, pour donner moins de prise à l'effort du courant. Un vaisseau qui a le vent contraire, plie ses voiles; & en pareil cas, le batelier fait asseoir ceux qu'il passe d'un bord à l'autre de la riviere.

Si le mobile & le fluide qui lui sert de milieu, se meuvent tous deux dans la même direction, ou ils ont des vîtesses égales, ou l'un des deux en a plus que l'autre: dans le premier cas, la résistance du milieu est nulle; tel est le mouvement d'un poisson qui suit précisément le courant de l'eau: dans le dernier cas, celui des deux qui a le plus de vîtesse, en communique à l'autre, aux dépens de celle qu'il a. Un boulet de canon qui part dans la direction du vent, ne trouve pas autant de résistance dans l'air qu'il en souffriroit dans un temps calme; mais com-

me il va plus vîte que le vent, il faut toujours qu'il s'ouvre un paſſage dans ce milieu qui fuit devant lui avec trop de lenteur. Si l'on connoît par les regles que nous avons établies, quelle ſeroit la réſiſtance d'un milieu, s'il étoit en repos, on connoîtra de même ce que ſon degré de vîteſſe pour ou contre ajoute ou retranche à cette réſiſtance.

ARTICLE II.

De la réſiſtance des frottements.

POUR ſe faire une juſte idée des frottements, il faut obſerver que la ſurface d'un corps quelconque n'eſt jamais parfaitement unie : quand on ſuppoſeroit que toutes les parties ſolides qui la compoſent ſont exactement dans le même plan, (& quand cela ſe trouve-t-il ?) les pores qui les ſéparent nous obligeroient encore à nous repréſenter cette ſuperficie comme un aſſemblage de petites éminences & de petites cavités. Suppoſons que deux plans de cette eſpece ſe touchent dans toute leur étendue, les parties hautes de l'une entreront dans les creux de l'autre,

comme il arrive à-peu-près à une pelote couverte de velours, que l'on pose sur un tapis de même étoffe; ou bien, si c'est un corps solide que l'on plonge dans un liquide, celui-ci, en conséquence de la ténuité & de la fluidité de ses parties, se moule exactement dans toutes les cavités de l'autre, comme on peut le remarquer par l'humidité qu'on y apperçoit, quand il en sort.

S'il s'agit maintenant de faire parcourir à un corps la surface d'un autre corps, cela peut s'exécuter de deux manieres différentes, qu'il est important de bien distinguer: 1° En appliquant successivement les mêmes parties de l'un à différentes parties de l'autre, comme quand on fait glisser un livre sur une table: & nous nommerons ce frottement, celui de la premiere espece. 2° En faisant toucher successivement différentes parties d'une surface à différentes parties d'une autre surface, comme lorsqu'on fait rouler une boule sur un billard: & nous nommerons ce dernier frottement, de la seconde espece.

Dans le premier cas, le mouvement

que l'on fait faire à celui des deux corps qui paſſe ſur l'autre, a une direction perpendiculaire à celle ſelon laquelle les parties des ſurfaces ſont réciproquement engagées. Car ſelon notre ſuppoſition, la ſurface que l'on fait gliſſer horizontalement eſt celle d'un corps grave que ſon poids appuie verticalement ſur la table ; & cette eſpece de frottement occaſionne ſouvent la rupture de ces petites éminences qui forment l'inégalité des ſuperficies, comme on peut le remarquer par la pouſſiere qu'on fait naître de deux marbres, ou de deux morceaux de bois dreſſés, qu'on frotte l'un ſur l'autre un peu rudement.

Dans le ſecond cas, ces mêmes parties engagées ſe quittent à-peu-près comme les dents des deux roues de montre ſe déſengrennent en roulant l'une ſur l'autre : s'il arrive qu'elles aient peine à ſe quitter, c'eſt qu'il y a diſproportion entre les parties ſaillantes & les vuides qui les reçoivent ; mais jamais cette derniere eſpece de frottement n'eſt auſſi efficace que l'autre, pour rallentir le mouvement.

L'uſage où l'on eſt d'enrayer les roues des voitures dans les deſcentes rapides, nous fournit un exemple familier des différents effets que produiſent ces deux ſortes de frottements. Quand on craint qu'un carroſſe, ou une charrette, ne ſe précipite en deſcendant trop vîte, on empêche les roues de tourner ſur leur axe; alors le même point de la circonférence traîne ſucceſſivement ſur une ſuite de points pris ſur le terrein; c'eſt un frottement de la premiere eſpece, qui réſiſte conſidérablement au mouvement de la voiture. Il n'en eſt pas de même quand chaque roue tourne à l'ordinaire ſur ſon eſſieu; elle ſe déploie ſur les différentes parties du plan qu'elle a à parcourir; ſon frottement, quant à ſa circonférence, n'eſt que de la ſeconde eſpece; & ſon mouvement beaucoup plus libre, le ſeroit trop, s'il ſe trouvoit encore favoriſé par une pente trop roide.

Il n'eſt pas auſſi facile d'eſtimer la réſiſtance qui vient des frottements, que celle des milieux conſidérés par rapport à leur denſité, au volume & à la vîteſſe du mobile qui les dé-

III. LEÇON.

place. Le paſſage ſucceſſif d'une ſurface ſur une autre, eſt d'autant plus retardé, qu'elles ont toutes deux plus d'inégalités; mais ce *plus* ou ce *moins* varie à l'infini, non-ſeulement par la nature des corps, mais auſſi par le degré de perfection qu'ils peuvent recevoir de l'art. Un ouvrier ne peut jamais dire qu'il a poli également deux morceaux du même bois, du même métal, de la même pierre, &c. & quand il auroit une regle certaine pour s'en aſſurer, on ne pourroit pas compter ſur la conſtance de cet état; toutes les matieres s'uſent & s'alterent peu à peu, & ces accidents, dont on ne peut guere eſtimer la valeur, augmentent quelquefois, & plus ſouvent diminuent le poli des ſurfaces.

Les autres quantités qui entrent dans l'évaluation des frottements, la grandeur des ſuperficies, la preſſion qu'elles ont l'une ſur l'autre, leur degré de vîteſſe, ſont des choſes plus faciles à meſurer; mais comme leur valeur eſt relative à l'état actuel des ſurfaces, il reſte toujours beaucoup d'incertitude dans l'eſtimation des

résistances qui en résultent. On se contente pour l'ordinaire d'un à-peu-près qui souvent n'en est point un, en supposant qu'un tiers de la puissance, ou du mouvement imprimé à une machine, est employé à vaincre les frottements : mais on voit bien que cela doit s'entendre d'une machine en grand, & qu'il doit y avoir beaucoup de variété, suivant son degré de simplicité, & selon la perfection des pieces qui la composent.

Quelques Physiciens * ont prétendu que la grandeur des surfaces n'entroit pour rien dans le frottement, & qu'on ne devoit avoir égard qu'au degré de pression. » Un corps, disent-» ils, qui a plus de largeur que d'épais-» seur, ne doit pas faire plus de résis-» tance, quand on le traîne sur sa plus » grande surface, que lorsqu'il frotte » par son côté le plus étroit ; parce » que la pression qui vient de son » poids, étant la même dans l'un & » dans l'autre cas, si dans le premier » il y a plus de parties engagées, el-» les le sont moins profondément que » dans le second. «

* *M. Amontons, hist. de l'Acad. des Sc. 1699. p. 104. Exp. de M. de la Hire. Ibid.*

Ce raisonnement, qui ne conclu-

III. LEÇON.

roit pas ſeul, & auquel on peut en oppoſer bien d'autres *, a été appuyé de quelques expériences très-ingénieuſes, & en apparence très-favorables à l'opinion qu'on vient d'expoſer ; mais dans une matiere comme celle-ci, où l'on ne peut pas tirer des conſéquences du particulier au général, il faut ſe régler ſur ce qui arrive le plus ordinairement. Des épreuves réitérées m'ont preſque toujours fait voir, comme à M. Muſchenbroek, qui en a fait beaucoup en ce genre, qu'il falloit compter les ſurfaces pour quelque choſe, pour beaucoup moins cependant que les preſſions; quant au rapport des unes & des autres avec les effets, je n'ai rien trouvé d'aſſez conſtant, pour en pouvoir faire le fondement d'une exacte théorie.

* *V. l'Hiſt. de l'Académie des Sc. de* 1703. *p.* 108. *& ſuiv.*

Outre la preſſion & la grandeur des ſurfaces, on doit encore faire entrer la vîteſſe dans l'évaluation des frottements ; car comme cette ſorte de réſiſtance vient des parties engagées qu'il faut rompre, ou qu'on ne peut dégager qu'en faiſant céder la preſſion qui tient les ſurfaces appli-

quées l'une à l'autre, il eſt évident que la ſomme des réſiſtances doit être d'autant plus grande, que le corps frottant aura plus de chemin à faire dans un temps déterminé; parce qu'alors il faut que les parties engagées ſe rompent en plus grand nombre, ou ſe dégagent plus fréquemment.

Mais une choſe très-remarquable, c'eſt que cette augmentation de réſiſtance qui vient de la vîteſſe avec laquelle on fait frotter les ſurfaces, a ſes bornes, au-delà deſquelles on peut accélérer les mouvements, ſans que les frottements en deviennent plus conſidérables; ainſi l'on peut dire en quelque façon, qu'en augmentant la cauſe, on n'augmente plus ſon effet; paradoxe qui mérite d'être expliqué.

Suppoſons que *D E*, & *F G*, *Fig.* 8, repréſentent deux ſurfaces de corps durs, dont les inégalités inſenſibles ſoient engrenées les unes dans les autres; que la preſſion qui les joint agiſſe dans la direction *A B*, perpendiculaire à celle du mouvement qui fait gliſſer ces deux corps l'un ſur l'au-

III. LEÇON.

tre : on voit bien que celui de dessus ne peut se mouvoir selon la direction *BC*, à moins que ses parties les plus élevées *e*, *f*, *g*, *h*, ne se dégagent des creux dans lesquels elles sont enfoncées, ce qui ne se peut faire qu'autant que le corps entier *DE*, sera soulevé contre l'effort de la pression. Si cette pression est assez grande pour faire retomber ces parties qui ont été dégagées, dans les creux qui suivent immédiatement ceux qu'elles ont quittés, c'est-à-dire, que la partie *e*, sortant du 1 retombe au 2, au 3, &c. il est visible que l'effort qu'il faudra faire pour soulever le corps *DE*, ou (ce qui est la même chose) pour désengrener les parties, se répétera autant de fois qu'il y a de ces petites élévations à la surface *FG* ; & plus le corps frottant fera de chemin dans un temps donné sur celui auquel il est appliqué, plus ces soulevements & ces rechûtes auront lieu ; ainsi la résistance des frottements augmente par la vîtesse, tant que cette vîtesse n'empêche pas que les parties hautes d'une surface se logent successivement dans toutes les parties

baſſes de l'autre ſurface, de la maniere qu'on vient de l'expoſer.

Mais il peut arriver que le mouvement qui ſe fait ſelon la direction *BC*, ſoit ſi rapide, que lorſque les parties ſaillantes *e*, *f*, *g*, *h*, ont été dégagées, elles ſoient entraînées d'une quantité conſidérable avant que la preſſion les engage de nouveau; que la partie *e*, par exemple, ayant quitté le 1 creux de la ſurface *FG*, au lieu de retomber dans le 2, ſoit tranſportée juſqu'au 3 ou juſqu'au 4, & alors on conçoit aiſément que le corps frottant *DE*, pourra parcourir 2 ou 3 fois autant de ſurfaces ſur *FG*, ſans cependant que ſes parties y ſoient plus fréquemment engagées.

Les expériences que je vais rapporter feront voir ce qui m'a paru invariable dans les frottements. 1° Que le frottement de la premiere eſpece fait beaucoup plus de réſiſtance que celui de la ſeconde. 2° Que le frottement augmente par l'augmentation des ſurfaces, toutes choſes égales d'ailleurs. 3° Que la preſſion fait croître auſſi la réſiſtance du frottement, de quelqu'eſpece qu'il

III. LEÇON.

soit. 4° Qu'à proportions égales la résistance des frottements augmente plus considérablement par les pressions que par les surfaces.

PREMIERE EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

La *Fig.* 9 représente un instrument composé, 1° de quatre rouleaux, 1, 2, 3, 4, suspendus par des pivots très-fins dans deux doubles montants *PP* ; 2° d'un autre rouleau plus grand que les précédents, & dont l'axe *OO* a dans toute sa longueur environ 2 lignes $\frac{1}{2}$ de diametre, & se termine par deux pivots d'acier, qui roulent dans deux vis *QQ*, percées selon leur longueur, ou bien sur les deux intersections des deux paires de rouleaux ; un ressort spiral fixé d'une part à l'un des doubles montants, & de l'autre à l'axe de ce dernier rouleau, le fait tourner alternativement sur deux sens, & l'on compte la durée du mouvement du rouleau par le nombre des vibrations du ressort : 3° d'une piece *R*, représentée seule par la *Fig.* 16, qui repose sur l'axe

l'axe du rouleau, tantôt par une ſurface *s*, tantôt par deux autres *t t*, ſemblables à *s*, & au bout de laquelle on attache un ou pluſieurs petits poids, pour augmenter la preſſion ſur l'axe. Quand on tend le reſſort, on avance le levier *V*, pour appuyer un des croiſillons du grand rouleau, afin d'être ſûr du degré de tenſion, & pour le détendre avec juſteſſe.

On met d'abord les pivots du rouleau dans les trous des vis, *QQ*, & enſuite on les fait repoſer ſur les interſections des rouleaux, ſans charger l'axe avec la piece *R*; & dans l'une & dans l'autre épreuve, on a ſoin que le reſſort ſoit tendu également.

EFFETS.

LE reſſort ayant été détendu, ſi dans le premier cas on a compté 29 ou 30 vibrations avant que le mouvement ceſſe entiérement, dans le ſecond on en compte environ 400, dont chacune dure près d'une ſeconde.

EXPLICATIONS.

L'EXPE'RIENCE précédente conſidérée dans les deux faits qu'elle établit,

prouve visiblement que les frottements, de quelque sorte qu'ils soient, détruisent le mouvement par une résistance qui ne differe que du plus au moins. Mais elle fait voir en même temps, que des deux especes de frottements que nous avons distinguées, la premiere a des effets bien plus considérables que l'autre : quand les pivots tournent dans les vis percées, c'est un frottement de la premiere sorte ; toute leur surface cylindrique passe successivement sur la partie inférieure de chacun des trous : quand au contraire ces mêmes pivots font tourner par leur mouvement les rouleaux qui les portent, ce n'est plus qu'un frottement de la seconde espece ; car alors la circonférence des uns ne fait plus que se développer sur celle des autres ; la partie qui a touché ne touche plus l'instant d'après, & celle qui la précede lui sert de point d'appui, pour se dégager suivant une direction favorable, comme la dent d'une roue qui commence à engrener le pignon, favorise le désengrénage de celle qui avoit engrené avant elle.

APPLICATIONS.

Rien n'eſt ſi commun que les effets du frottement ; on les rencontre par-tout, & l'on peut dire en général que c'eſt la principale cauſe des altérations & du dépériſſement que nous remarquons dans tous les ouvrages de l'art, & ſur-tout dans ceux dont nous faiſons un fréquent uſage. Les habits, les meubles, les bijoux, les inſtruments, &c. ne durent qu'un certain temps, parce que les frottements auxquels ils ſont continuellement expoſés, changent inſenſiblement les ſurfaces & les formes, & leur font perdre les qualités qui en dépendent. Les matieres les plus dures & les plus ſolides ne tiennent point contre un long ſervice ſans donner des marques de diminution ; un raſoir, un couteau, une hache, perdent bientôt le fil de leur tranchant ; le ſoc d'une charrue a beſoin d'être réparé de temps en temps ; & le cheval dont le pied gliſſe ſur le pavé, y laiſſe une trace où les yeux les moins attentifs ne peuvent méconnoître les parties de ſon fer, que le frottement

y a fait rester. Mais comme rien ne s'anéantit dans l'univers, toutes ces particules, ainsi détachées de leurs masses, se mêlent avec différentes matieres, dans lesquelles elles se retrouvent lorsqu'on y pense le moins. De bons Physiciens ont été surpris de trouver du fer dans l'argile & dans la cendre des plantes, parce qu'ils ne faisoient point assez d'attention à la prodigieuse divisibilité des métaux en général, & en particulier à la dispersion continuelle qui se fait des parties de celui-ci, tant par les outils que l'on use à cultiver la terre, que par une infinité d'autres usages qui le mettent en état d'être répandu partout. D'autres plus attentifs à cette grande & continuelle consommation des ouvrages de fer, l'ont reconnu, ce métal, dans la boue des grandes villes, & lui ont attribué la couleur noire qu'elles ont, & dont il est très-vraisemblablement la cause. Si l'or étoit aussi commun que le fer, & qu'on en fît un usage aussi fréquent & aussi étendu, ne doutons pas qu'on ne le rencontrât de même dans toutes les matieres où l'on prendroit la

peine de le chercher avec ſoin : mais celui qui l'auroit trouvé quelque part que ce pût être, ſeroit-il en droit de dire qu'il a fait de l'or ? pas plus, ce me ſemble, que celui qui trouve aujourd'hui du fer dans la cendre, ne peut ſe vanter d'avoir fait du fer. Parmi tous ces fameux Adeptes qui ont enrichi le monde de leurs promeſſes, s'il s'eſt trouvé quelque faiſeur d'or qui le fût de bonne foi, c'eſt que dans un grand nombre de matieres paſſées au creuſet, il ſe ſera trouvé par hazard quelque parcelle d'or qui ne devoit rien autre choſe à l'opération de l'Artiſte, que d'avoir été ſéparée des corps étrangers dans leſquels elle étoit cachée. Faire de l'or de cette maniere me paroît une choſe poſſible ; mais je doute fort qu'on en fît aſſez pour payer la dépenſe du charbon.

Si les frottements nuiſent en beaucoup d'occaſions, il y en a bien d'autres auſſi où nous les mettons à profit ; les arts ont ſu tourner à leur avantage juſques aux choſes même qui ſemblent oppoſées à leur progrès. Une lime n'eſt autre choſe qu'une ſurface hériſſée exprès de pointes &

III. LEÇON.

de tranchants ; ſon frottement ſur les matieres les plus dures, eſt un moyen très-commode de les figurer à ſon gré par une diminution de volume bien ménagée ; auſſi cet outil eſt-il en uſage dans un grand nombre de métiers. L'ouvrier intelligent qui l'emploie, tire du même moyen différents avantages ſuivant les modifications qu'il y met. Tantôt pour gagner du temps, il fait agir une lime dont l'âpreté exige plus de force de ſa part, tantôt il la choiſit d'une taille plus fine, pour adoucir ce que la premiere n'a fait qu'ébaucher ; & enfin quand la plus douce de ſes limes ne l'eſt point encore aſſez, il la frotte d'huile qui retient les parties du métal à meſure qu'elles ſe détachent ; par ce moyen les petits creux de l'outil ſe rempliſſent, de façon que ſes pointes en deviennent plus courtes, & ſa ſurface moins rude.

Ce que nous diſons des limes doit s'entendre des meules & autres pierres à aiguiſer, qui n'en different, quant à l'effet du frottement, que par une plus grande dureté.

Les compas, & généralement tous

les instruments à charnieres, qui doivent rester ouverts ou fermés à différents degrés, tiennent pour l'ordinaire cette propriété d'un frottement bien égal ; & l'on gagne beaucoup de temps dans l'usage qu'on en fait, quand on n'est point obligé de les fixer par d'autres moyens, comme lorsqu'on les arrête avec des vis ou autrement.

On diminue la résistance des frottements, en enduisant les surfaces de quelque fluide ou de quelque matiere grasse. On frotte de savon les bords d'une boîte dont le couvercle tient trop ; on met de l'huile aux charnieres pour en faciliter le jeu ; on graisse les moyeux des roues en dedans ; ce sont autant de moyens par lesquels on remplit les inégalités les plus grossieres des surfaces, & qui par conséquent les rendent plus lisses & plus propres à glisser l'une sur l'autre. D'ailleurs les parties de ces fluides ou de ces corps gras interposés, changent l'espece du frottement : ce sont autant de petits globules qui roulent entre les surfaces, qui leur servent de véhicule commun, & qui font en petit ce que nous voyons d'une ma-

niere plus ſenſible, quand on met des rouleaux ſous une pierre ou ſous une poutre pour en faciliter le tranſport.

II. EXPÉRIENCE.

PRE'PARATION.

ON laiſſe les pivots du grand rouleau ſur les interſections des 4 petits; & l'on tend le reſſort au même degré que dans l'expérience précédente. On fait d'abord poſer la piece *R* ſur l'axe du grand rouleau par une ſeule ſurface *s*, & avec ſon propre poids ſeulement; & enſuite on la retourne pour faire porter les deux ſurfaces *t t*, ſans augmenter le poids, & l'on compte les vibrations dans l'un & dans l'autre cas.

EFFETS.

Lorſque le frottement ſe fait par une ſeule ſurface, comme dans le premier cas, on compte 40 vibrations; lorſque la ſurface qui frotte eſt double comme dans le ſecond, on n'en compte plus que 29 $\frac{1}{2}$; toutes choſes étant égales d'ailleurs, ainſi qu'on l'a ſuppoſé.

EXPLICATIONS.

EXPLICATIONS.

L'INÉGALITE' des ſurfaces étant la cauſe premiere des frottements, il eſt bien plauſible qu'en augmentant l'étendue qui frotte, on doit faire croître auſſi le nombre de ces inégalités : s'il ſe trouve quelque cas où cela n'arrive point ſenſiblement, ce ſera ſans doute une exception due à la diſpoſition particuliere des ſuperficies, ou bien lorſqu'on emploiera une ſi grande quantité de mouvement que la réſiſtance des frottements deviendra trop peu conſidérable pour être meſurée, & par conſéquent pour être comparée. Mais comme dans les grandes machines, où les frottements ſont d'une bien plus grande conſéquence qu'ailleurs, les pieces ont toujours des ſurfaces aſſez rudes, nous croyons qu'on ne doit point négliger la quantité de leur étendue. On voit cependant par l'expérience précédente, que la réſiſtance des frottements, quoique dépendante en partie de la grandeur des ſurfaces, ne la ſuit pas dans toutes ſes proportions. Dans l'un des deux cas cités la ſuper-

ficie étant double, les frottements ne ſont point doublés: & il ſeroit très-difficile, pour ne rien dire de plus, de déterminer le rapport de ces réſiſtances avec une quantité de ſurface donnée.

APPLICATIONS.

LES frottements conſidérés en raiſon des ſurfaces, retardent la vîteſſe de tous les corps indifféremment; nous venons de le prouver pour les ſolides, & l'on peut remarquer tous les jours que la même choſe ſe paſſe à l'égard des fluides & des liqueurs. Les jets d'eau ne s'élevent jamais à la hauteur à laquelle ils devroient monter, eu égard à leur quantité de mouvement; & les rivieres coulent plus lentement dans le temps des eaux baſſes.

L'eau qui eſt amenée par un tuyau & qui rejaillit en l'air, éprouve partout du frottement; la ſurface intérieure & immobile du tuyau la retarde d'une part, & quand elle paſſe dans l'air, elle doit être regardée encore comme dans un autre tuyau, dont la ſurface ne differe de l'autre

que par la rareté & par la mobilité de ses parties.

Quoique la ſurface d'un gros tuyau ſoit plus grande que celle d'un plus étroit, elle eſt cependant moindre relativement à ſa capacité; car c'eſt une choſe démontrée que celui qui a 2 pouces de diametre (nous parlons de tuyaux ronds & cylindriques) contient quatre fois plus d'eau que celui dont le diametre n'eſt que d'un pouce, & que la circonférence du premier n'eſt que deux fois auſſi grande que celle du dernier. On voit par-là que dans de pareils tuyaux, le frottement qui vient des ſurfaces, diminue à meſure qu'on augmente la capacité; puiſque ſi le volume d'eau qui eſt quadruple dans le plus gros, étoit contenu dans quatre ſemblables au petit, il répondroit à des ſurfaces dont la ſomme ſeroit double de celle qui le contient. L'expérience eſt tout-à-fait d'accord avec cette théorie; car plus on diminue la capacité des tuyaux dans les pompes, dans les aqueducs, dans les fontaines, &c. plus on trouve de retardement dans la vîteſſe des eaux.

III. LEÇON.

C'eſt par la même raiſon que les rivieres ſont plus rapides dans le temps des grandes eaux ; les frottements qu'elles ont à vaincre de la part de leurs lits ſont partagés alors à une maſſe plus conſidérable, & s'oppoſent moins par conſéquent au mouvement du fluide.

III. EXPÉRIENCE.

PRE'PARATION.

L'INSTRUMENT étant diſpoſé comme dans l'expérience précédente, il faut que la piece *R* repoſe ſur l'axe du grand rouleau par la ſurface *s*, & attacher en *X* le petit poids *Y* qui double la preſſion.

EFFETS.

DANS ce dernier cas on ne compte que 21 vibrations, quoique le reſſort ait été tendu comme dans les épreuves précédentes.

EXPLICATIONS.

LE poids qu'on ajoute augmentant la preſſion, fait croître auſſi le frottement, parce que les parties des

surfaces qui s'engagent mutuellement, s'enfoncent bien plus avant, & résistent davantage au mouvement qui tend à les séparer. On voit par cette derniere expérience, qu'une double pression fait plus qu'une surface augmentée de moitié, car nous avons vu précédemment, qu'en faisant frotter deux surfaces au lieu d'une, le nombre des vibrati ns n'a été diminué que d'un quart, & nous voyons maintenant, en mettant la pression double, qu'il ne se fait plus que 21 vibrations au lieu de 40, ce qui est presque la moitié de diminution.

III. LEÇON.

APPLICATIONS.

DANS les grandes chaleurs les mouvements d'horlogerie se rallentissent sensiblement ; cet accident qui dérange les pendules & les montres, dépend ordinairement de plusieurs causes qui concourent au même effet. Il en est une à laquelle on fait peu d'attention, mais qui mérite cependant d'être comptée comme les autres : c'est le frottement qui augmente par la pression à mesure que les pieces s'échauffent. Car on sait, &

III. LEÇON.

nous le prouverons quand il en ſera temps, que les métaux, ainſi que toutes les autres matieres, augmentent en volume par le chaud, comme ils diminuent de grandeur par le froid; la même cauſe dilatant les platines rend les trous plus étroits, & groſſit les pivots, de maniere que par ce double effet, le frottement augmente par preſſion, & le mouvement en eſt d'autant plus gêné.

Un Tourneur qui façonne un morceau de métal entre deux pointes fixes, eſt quelquefois ſurpris de ſentir que ſa piece réſiſte au mouvement de l'archet après avoir tourné librement pendant quelques minutes; c'eſt que le frottement augmente par la preſſion à meſure que le métal s'allonge en s'échauffant: auſſi le remede le plus prompt & le plus en uſage, c'eſt de le mouiller avec un peu d'eau pour le refroidir.

Le ſervice que l'on tire des pinces, des tenailles, & de tout ce qui eſt analogue à ces inſtruments, ne vient encore que d'un frottement augmenté par une forte preſſion.

Une remarque qu'il eſt à propos

de faire ici, c'eſt que les machines qui font leur effet en petit, ne le font pas toujours quand on vient à les exécuter en grand, quoiqu'on y garde les mêmes proportions : cela vient pour l'ordinaire de ce que les frottements ne ſuivent point dans leur accroiſſement la proportion des ſurfaces ſeulement, mais plutôt celles des preſſions qui augmentent aſſez ſouvent, comme le poids ou la ſolidité des pieces ; c'eſt-à-dire, par exemple, que ſi dans le modele on avoit réduit toutes les dimenſions au pouce pour pied, en conſtruiſant en grand, le chevron qui auroit 12 pieds de long, & 6 pouces d'écarriſſage, péſeroit 1728 fois autant que ce qui le repréſente en petit, s'il eſt de même matiere. Cette conſidération qu'on peut négliger quand on a des principes, fait quelquefois juger déſavantageuſement d'une machine dont le ſuccès paroît être aſſuré par l'expérience même.

DE tout ce que nous avons dit & prouvé touchant la réſiſtance des milieux & des frottements, il faut conclure que dans l'état naturel il ne

III. LEÇON.

peut y avoir aucun mouvement méchanique inaltérable; 1° parce qu'un corps ne peut se mouvoir que dans un espace, & qu'il n'y a aucun lieu parfaitement vuide de toute matiere; 2° parce qu'un corps, tel qu'il soit, ne peut exercer son mouvement que sur quelque surface, ou bien il faut le suspendre à quelque point fixe, autour duquel il se puisse mouvoir: dans l'un & dans l'autre cas il y a frottement, ou sur le plan, ou au point de suspension, ou dans le milieu même dans lequel il passe. La quantité du mouvement qu'on lui aura imprimée, sera donc nécessairement diminuée par ce double obstacle: ainsi pour se mouvoir perpétuellement, il faudroit qu'il prît à chaque instant de nouvelles forces, pour réparer celles qu'il perd; ce qui est contraire à la premiere loi du mouvement, qui veut qu'un mobile garde constamment l'état qu'on lui a fait prendre, si cet état n'est changé par une cause nouvelle. Delà il paroît évidemment démontré qu'il ne peut y avoir de mouvement perpétuel méchanique dans l'état naturel, & que ceux qui

le cherchent avec obſtination, & qui multiplient les frais dans cette vue, perdent leur temps, leurs peines, & leurs dépenſes.

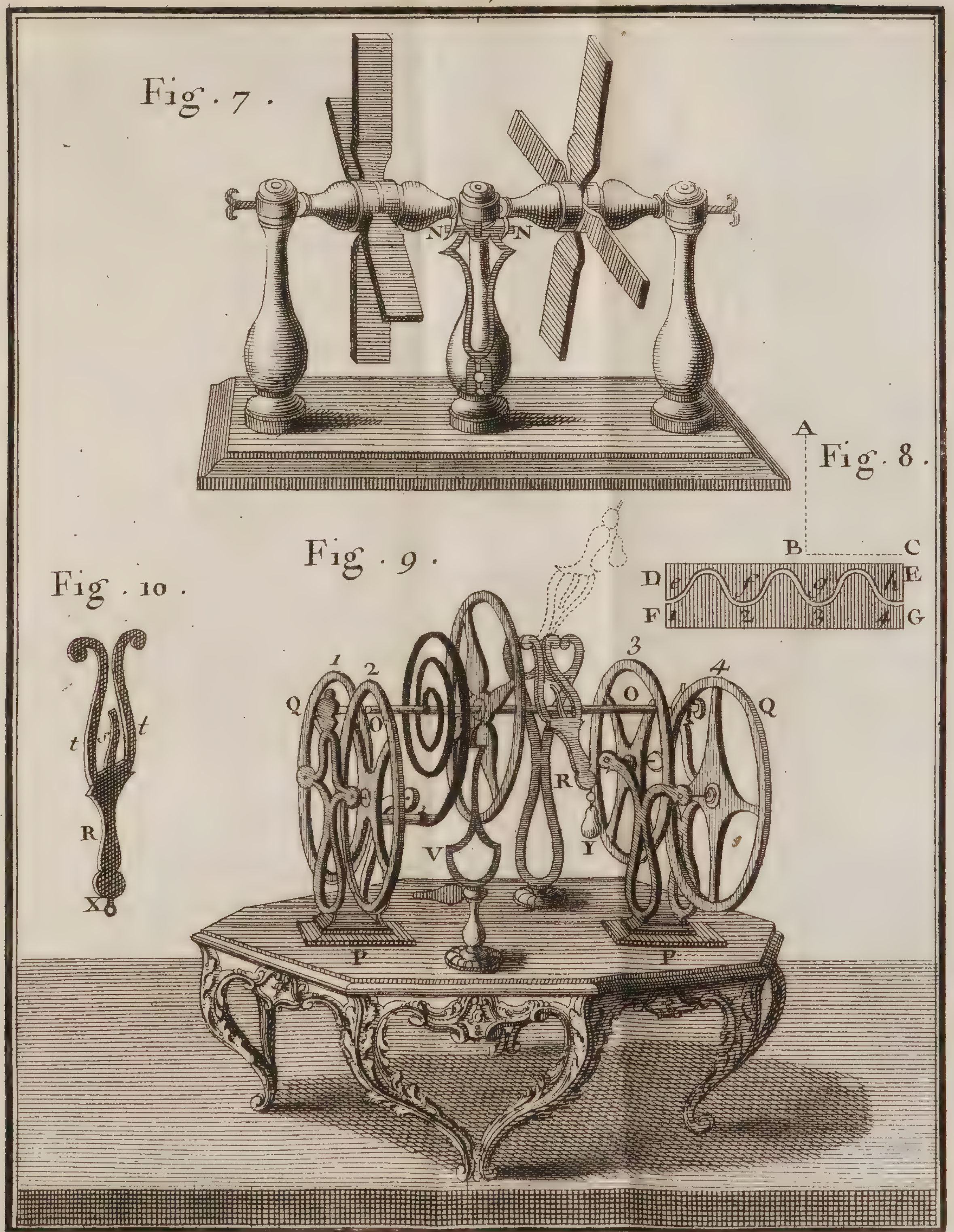
Si quelqu'un prend pour perpétuel, le mouvement d'une pendule qui continue ſes vibrations égales par le moyen d'un reſſort ou d'un poids qu'on remonte au bout d'un temps, ou de toute autre choſe équivalente, il n'entend pas l'état de la queſtion; car il s'agit d'un mouvement une fois imprimé, auquel on n'ajoute plus rien par la ſuite, & qui ſe ſuffiſe à lui-même pour ſe perpétuer. Le reſſort ou le poids par ſon effort conſtant, répare ſans ceſſe le degré de vîteſſe perdu dans l'inſtant précédent, & cette réparation eſt une addition au mouvement primitif.

Ceux qui s'en laiſſent impoſer par l'inſpection d'une machine, ou par une prétendue démonſtration géométrique, ſur laquelle on s'appuie quelquefois, pour établir la découverte du mouvement perpétuel, ſont les dupes de la mauvaiſe foi ou d'un paralogiſme, qui ne tiennent guere contre des gens inſtruits. Le

III. LEÇON.

mouvement perpétuel eſt la pierre philoſophale de la méchanique ; ordinairement ceux qui s'y heurtent ne ſont pas fort initiés dans cette ſcience, de même qu'une recherche obſtinée de la quadrature du cercle, ou du grand œuvre, n'annonce à préſent ni un Géometre ſublime, ni un habile Chymiſte.




Fig. 7.
N
N
Fig. 8.
A
B
C
D
E
F
G
e
f
g
h
1
2
3
4
Fig. 9.
1
2
3
4
Q
Q
O
O
O
R
V
Y
P
P
Fig. 10.
t
t
R
X



IV. LEÇON.

Suite des Loix du Mouvement simple.

Des causes qui changent la direction du Mouvement.

APRÈS avoir enseigné dans la derniere section de la Leçon précédente, ce qui diminue indispensablement la vîtesse du mobile, il nous reste à faire connoître les causes qui changent sa direction, quand il ne garde pas celle qu'il avoit d'abord. Mais pour le faire d'une maniere plus intelligible, nous commencerons par établir la seconde & la troisieme loi du mouvement simple, sur lesquelles sont fondées la plupart des choses que nous avons à dire touchant cette matiere. IV. LEÇON.

Seconde Loi du Mouvement ſimple.

Le changement qui arrive en plus ou en moins au mouvement d'un corps, eſt toujours proportionnel à la cauſe qui le produit.

Dans un mobile dont on ſuppoſe la maſſe conſtante, il n'y a de variables que ſa vîteſſe & ſa direction : pour changer l'une ou l'autre, il faut une force poſitive qui n'eſt point dans le mobile avant le changement, & qu'il n'a pas la faculté de ſe donner à lui-même. Cette force, quand elle agit, ne peut produire que ce dont elle eſt capable ; ainſi l'on peut juger de ſa valeur par celle de ſon effet. Comme une livre de plomb dans le baſſin d'une balance, n'a ni plus ni moins que le poids d'une livre, on ne doit pas s'attendre que ſon action contre l'autre baſſin excede, ou vaille moins qu'un pareil poids, ſi la balance eſt juſte ; & réciproquement ſi ce dernier baſſin eſt tenu en équilibre, on peut en toute ſûreté conclure que le poids de l'autre part qui en eſt la cauſe, égale une livre.

Troisieme Loi du Mouvement simple.

IV. LEÇON.

La réaction est égale à la compression.

Lorsqu'un corps en mouvement, ou qui tend à se mouvoir, agit sur un autre corps, il le comprime, & ce dernier exerce réciproquement sur lui une compression égale. Quand avec le bout du doigt j'appuie sur un bassin vuide de balance, pour soulever une livre de plomb qui est dans l'autre bassin, c'est la même chose que si je recevois la livre de plomb sur le bout de mon doigt pour la soutenir. Qu'un homme sur le rivage tire son bateau à bord avec une corde, ou qu'il se tienne dans le bateau pour tirer la même corde attachée à un pieu sur le rivage, il s'ensuivra le même effet; car la résistance ou la réaction du point fixe, égale l'action de celui qui agit contr'elle.

Examinons maintenant comment un mobile change de direction, & quelle regle il suit dans ce changement.

Quand un corps en mouvement change de direction, c'est qu'il y est

forcé par un obſtacle ; car ſelon la premiere loi, il tend de lui-même à perſévérer dans ſon état : mais cet obſtacle peut être une matiere fluide, dans laquelle il s'ouvre un paſſage ; ou bien un corps ſolide qui lui oppoſe toute ſa maſſe à cauſe de la liaiſon de ſes parties. Une pierre jettée dans l'eau nous repréſente le premier cas ; une balle de paume lancée contre la muraille, eſt un exemple du ſecond.

PREMIERE SECTION.

Du changement de Direction occaſionné par la rencontre d'une matiere fluide.

SI le mobile que l'on a déterminé vers un certain point, vient à rencontrer quelque matiere fluide, ou comme telle à ſon égard, il ne fait que paſſer d'un milieu dans un autre ; & ordinairement ces milieux ne ſont point également pénétrables pour lui, ſoit par la différence de leurs denſités, ſoit par quelqu'autre cauſe qu'il n'eſt point temps d'examiner

ici. Ce plus ou moins de résistance qu'il éprouve en entrant dans le nouveau milieu, ne manque point de lui faire quitter sa premiere direction, toutes les fois qu'il entre obliquement ; & ce changement se nomme *réfraction*, pour faire entendre que la direction du mobile est comme brisée à l'endroit où les deux milieux se joignent. Eclaircissons ceci par une figure, & par quelques exemples.

Supposons un grand bassin plein d'eau dont la coupe soit représentée par *ABCD*, *Fig.* 1, & une pierre, ou tout autre corps dur *E*, placé dans l'air, & que l'on dirige vers la surface de l'eau avec assez de vîtesse pour l'y faire entrer, & l'y faire continuer son mouvement.

Pour cet effet on ne peut diriger cette pierre que de deux manieres : savoir par la ligne perpendiculaire *PF*, ou bien par une ligne oblique prise entre *PF*, & *CF*. Car il est évident que si elle suivoit *CF*, ou sa parallele, elle n'entreroit jamais dans l'eau, ou (ce qui est la même chose) elle ne changeroit point de milieu. Si le corps *E* vient à la surface de l'eau

par la ligne *PF*, il continue de se mouvoir par *Fp*, & sa direction ne reçoit aucun changement.

Mais s'il suit une ligne oblique comme *eF*, dès qu'il sera parvenu en *F*, l'eau sera pour lui un milieu *réfringent* : au lieu de continuer son mouvement par *FG*, il prendra une nouvelle direction qui sera entre *FG* & *FA*, telle, par exemple, que *FH*; c'est-à-dire que la pierre, ou en général le mobile, souffrira réfraction, & que cette réfraction l'éloignera de la perpendiculaire imaginée *Fp*, plus qu'il n'auroit fait, s'il avoit continué de se mouvoir selon sa premiere direction.

La réfraction se feroit en sens contraire, si le mobile passoit d'un milieu plus résistant, dans un autre qui le fût moins; par exemple, s'il sortoit de l'eau pour entrer dans l'air, de façon que s'il avoit décrit la ligne *HF*, il ne continueroit point par *FK*, ni par aucune autre entre *K* & *C*; mais la réfraction qu'il souffriroit en *F*, le détermineroit dans une nouvelle direction entre *K* & *P*, ce qui l'approcheroit davantage de la perpendiculaire *PF*.

Pour

Pour ôter toute équivoque ſur cette perpendiculaire que l'on prend pour terme de comparaiſon, lorſqu'on veut exprimer en quel ſens ſe fait la réfraction, il eſt bon d'obſerver qu'elle n'a rien de commun avec l'horizon, qu'autant que la ſurface du milieu réfringent eſt horizontale, comme il arrive quand c'eſt un liquide en repos; car c'eſt toujours de la perpendiculaire à cette ſurface qu'il s'agit, dans quelque poſition que puiſſe être le milieu qui cauſe la réfraction. Si, par exemple, au lieu d'une eau dormante, telle que nous l'avons ſuppoſée, on choiſiſſoit celle d'une caſcade, ou d'une riviere qui eût une pente conſidérable, pour y lancer une pierre, la perpendiculaire à laquelle on rapporteroit la direction de ce corps, tant avant qu'après ſon entrée dans l'eau, ſeroit une ligne inclinée à l'horizon; elle ſeroit même horizontale, ſi la ſurface réfringente étoit verticale.

La réfraction dépend donc de deux conditions, ſans l'une ou l'autre deſquelles elle n'a plus lieu: la premie-

IV. LEÇON.

re eſt l'obliquité d'incidence de la part du mobile ; la ſeconde, qu'il y ait plus de réſiſtance dans un milieu que dans l'autre : prouvons d'abord ceci par des faits, & tâchons enſuite d'en faire connoître la cauſe.

PREMIERE EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

La machine qui eſt repréſentée par la *Fig.* 2 porte à deux pieds $\frac{1}{2}$ au deſſus de ſa baſe un petit canon de cuivre *I*, par lequel on fait tomber une balle de plomb du poids d'une once environ, dans un vaſe de cryſtal *L*, qui a 12 ou 14 pouces de hauteur, & au fond duquel on a étendu un lit de terre glaiſe ou de cire molle, d'un pouce d'épaiſſeur.

La balle ayant marqué ſa place par cette premiere chûte, on la fait tomber de même une ſeconde fois, après avoir empli d'eau le vaiſſeau *L*.

EFFETS.

On trouve la balle de plomb, après

la seconde chûte, dans le même endroit qu'elle avoit marqué en tombant la premiere fois.

EXPLICATIONS.

Il paroît par cette expérience que la balle de plomb a toujours conservé sa premiere direction, soit qu'elle fit tout son mouvement dans l'air, soit qu'elle tombât en passant de l'air dans l'eau. Mais par quelle raison se seroit-elle détournée, si les obstacles qu'elle a rencontrés se sont toujours opposés également de toutes parts ; si l'effort de sa pesanteur à qui elle obéissoit n'a jamais eu à vaincre que des résistances qui cédoient toutes ensemble avec la même facilité, ou qui la retardoient avec des quantités égales ? Considérons cette balle dans les différents instants de sa chûte.

1° Lorsqu'elle est encore entiérement dans l'air, ce fluide qu'on suppose en repos, & d'une densité uniforme autour du mobile, ne fait que retarder sa vîtesse. Mais cette résistance n'influe en rien sur la direction, puisqu'elle agit indifféremment en toutes sortes de sens.

IV. LEÇON.

2° On peut dire la même chose en considérant la balle dans le temps qu'elle est entiérement plongée dans l'eau ; car la difficulté qu'elle trouve à s'ouvrir un passage dans ce liquide, quoique plus grande que dans l'air, ne l'empêche point de tendre au même but, mais seulement d'y arriver avec autant de vîtesse qu'elle en auroit dans un milieu moins résistant.

3° Enfin si l'on examine ce qui se fait pendant que la balle passe de l'air dans l'eau, & qu'elle est encore partie dans l'un, & partie dans l'autre de ces deux milieux, on concevra facilement que cette immersion ne doit rien changer à sa premiere direction.

Car lorsque le corps *M*, *Fig.* 3, descend par la ligne *Pp*, toutes les parties de la surface décrivent des paralleles comme *NT*, *nt*, & la résistance du milieu s'exerce sur tout l'hémisphere *N O n*. Quand il commence à se plonger, l'eau résiste directement en *O* ; & à mesure qu'il s'enfonce, les parties *O S*, *S R*, *R N*, & leurs correspondantes *O s*, *s r*, *r n*, participent successivement à la résis-

tance du nouveau milieu. Mais comme ces différentes parties forment des plans plus obliques les uns que les autres depuis *O* jusqu'en *N*, de part & d'autre, la résistance de l'eau pendant cette derniere immersion augmente par des quantités qui vont toujours en décroissant.

Dans tout ceci l'on n'apperçoit aucune cause qui doive faire perdre au corps *M* sa premiere direction ; en conséquence de sa figure sphérique, les obstacles qui se rencontrent en *N*, en *R*, en *S*, &c. sont justement compensés par les résistances qui s'opposent aux parties *n*, *r*, *s*, &c. & cet équilibre maintient toujours le centre *M* dans la ligne *Pp*. Cette expérience prouve donc que l'obliquité d'incidence de la part du mobile est absolument nécessaire pour la réfraction, puisque sans elle il continue son mouvement suivant sa premiere direction, quoiqu'il passe d'un milieu moins résistant dans un autre milieu qui l'est plus.

APPLICATIONS.

Un corps grave que son propre

poids fait tomber dans l'eau, doit se trouver au fond dans un endroit qui réponde perpendiculairement à celui de la surface par lequel il a passé en tombant. Mais 1° il faut supposer pour cela que le fluide étoit en repos pendant le temps de la chûte; car on sait que ce qui tombe dans une riviere ou dans un torrent, est entraîné par le courant de l'eau en même temps qu'il obéit à la force de sa pesanteur. C'est pourquoi les gens qui se noient dans les eaux qui coulent ne se trouvent jamais vis-à-vis du lieu où ils ont commencé à disparoître.

2° La figure du corps qui s'enfonce dans un fluide contribue beaucoup, ou à lui faire garder, ou à lui faire perdre sa premiere direction indépendamment de la réfraction; car cette figure peut être telle qu'elle occasionne des inégalités dans la résistance du même fluide. Si, par exemple, au lieu de faire tomber dans l'eau un corps sphérique, tel que celui de notre expérience, on se servoit d'un hémisphere, ou de quelque chose semblable, & qu'on le dirigeât

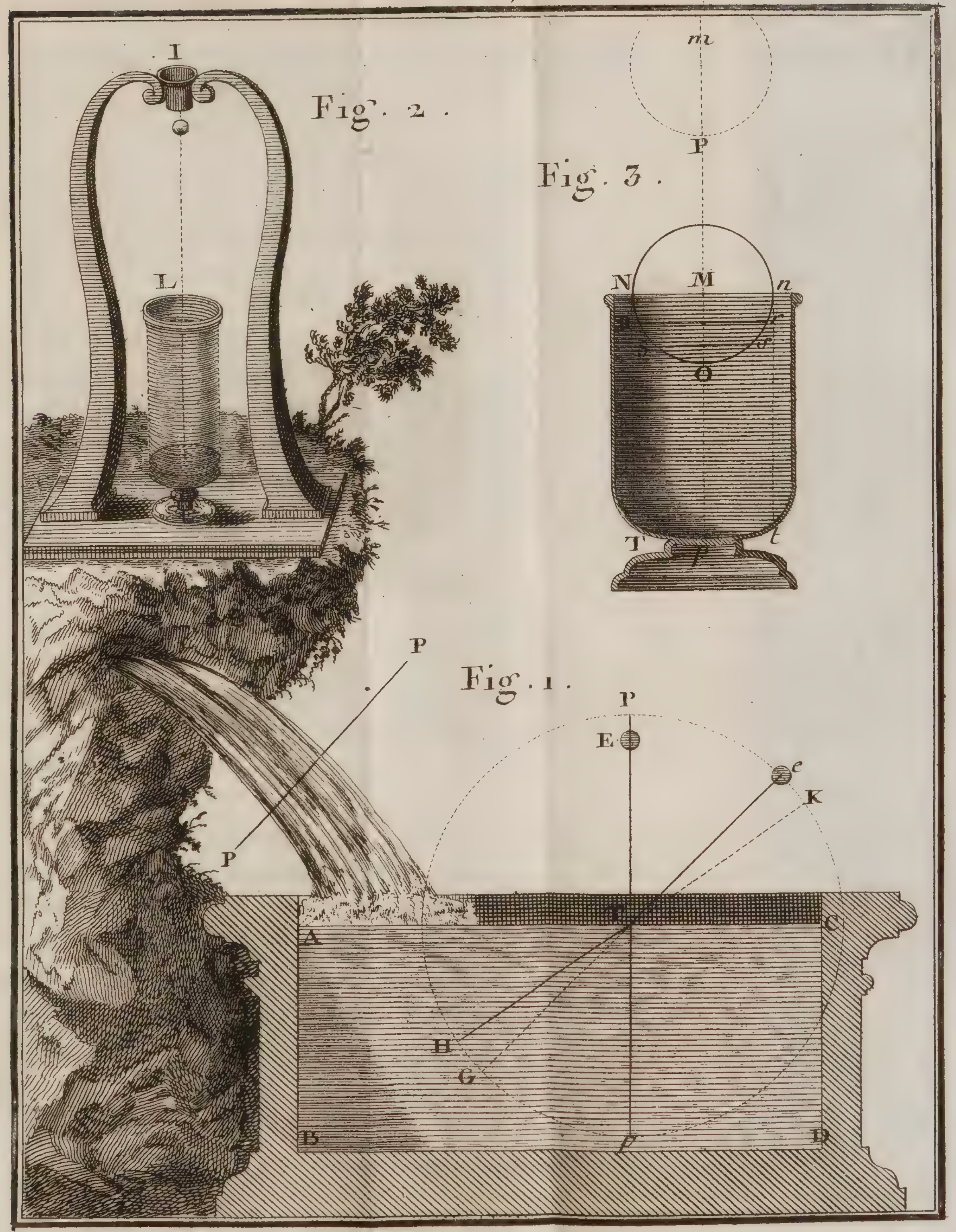


Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 1.
I
L
m
P
N
M
n
O
T
t
E
e
K
A
C
B
D
H
G



parallelement à ſa partie plane, il ſuit de l'explication que nous avons donnée ci-deſſus, que ce dernier mobile, plus arrêté d'un côté que de l'autre par le fluide qu'il diviſe, à cauſe de ſa figure, ne garderoit point ſa premiere direction, & qu'il décriroit une ligne courbe, quoique dans un milieu très-uniforme.

C'eſt une choſe qui ſe trouve bien confirmée par une expérience auſſi ſimple que fréquente. Toutes les fois qu'on jette horizontalement quelque corps tranchant & convexe d'un côté, comme une écaille d'huître, ou toute autre choſe équivalente, on ne le voit jamais ſuivre la direction qu'on lui a donnée; & ſi l'on a tourné la convexité en en-bas, on remarque très-ſouvent qu'il s'éleve malgré le penchant de ſon propre poids.

On peut obſerver auſſi que les oiſeaux peſants, comme les corbeaux, les pigeons, les pies, &c. quand ils s'abattent après un long vol, ne manquent point de courber leurs ailes & leur queue, pour ſe donner une figure convexe en-deſſous; ce

qui les dirige néceſſairement dans une courbe fort allongée qui adoucit leur chûte. Ces mêmes oiſeaux au contraire ſe poſent d'une maniere peſante, & ſe heurtent ſouvent contre la terre, lorſqu'ils ſont trop jeunes, parce qu'ils deſcendent par une ligne moins inclinée à l'horizon, ſoit qu'ils ne ſachent point encore prendre une figure qui les dirige autrement, ſoit que leurs plumes encore trop courtes, ou leurs membres trop foibles, ne le leur permettent pas.

II. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

A B C, *Fig.* 4, eſt un quart de cercle auquel on a fixé un canon de fuſil ſur le rayon *A B*, & que l'on a attaché à une muraille, ou à quelque choſe d'inébranlable, de maniere cependant qu'il puiſſe tourner ſur le point *B*; à 18 ou 20 pieds de diſtance eſt un baquet ou une baignoire de 4 ou 5 pieds de longueur, pleine d'eau, dont on couvre la ſurface avec une gaze tendue, ou avec de grandes feuilles de papier. *F* eſt un chaſſis

chaſſis garni de gaze ou de papier, qui a environ 18 pouces de hauteur & 1 pied de largeur. Ce chaſſis s'éleve perpendiculairement à la ſurface de l'eau ; & ſa baſe *DE*, qui eſt une planche un peu peſante, ſe place ſur les bords du baquet, à une diſtance ſuffiſante de ſon extrêmité *G*. Il faut avoir ſoin de revêtir le petit côté *G* du baquet avec une planche de ſapin fort épaiſſe & bien unie, qui le préſerve d'accident, & ſur laquelle on puiſſe appercevoir l'impreſſion d'une balle. Enfin, tout étant ainſi diſpoſé, on charge le canon avec de la poudre en ſuffiſante quantité, & avec une balle de plomb, qui ſoit de calibre, s'il eſt poſſible ; on le dirige vers le point *I*, de maniere qu'il faſſe avec la ſurface de l'eau un angle de 30 ou 40 degrés, & l'on y met le feu avec une petite meche placée en *a*. Voyez *la Figure citée.*

EFFETS.

La balle après avoir percé les deux gazes en *I* & en *K*, au lieu de continuer ſon mouvement dans cette direction pour venir en *L*, va frapper

la planche de ſapin en *H*, par une ligne qui fait angle avec la premiere qu'elle a ſuivie en venant d'*A* en *K* : ce que l'on apperçoit facilement en faiſant écouler l'eau du baquet, & en plaçant l'œil enſuite en *I* ; car on remarque que le point *H* eſt ſenſiblement au-deſſus de ſa premiere direction, & que la réfraction qu'elle a ſoufferte au point *K*, en entrant dans l'eau, l'a éloignée de la perpendiculaire *Pp*, plus qu'elle ne l'auroit été, ſi elle avoit continué de ſe mouvoir directement juſqu'en *L*.

EXPLICATIONS.

C'eſt une ſuite des loix du mouvement, qu'un mobile ſe porte toujours du côté où il trouve moins de réſiſtance : car l'effet étant proportionnel à ſa cauſe, un corps qui rencontre en même-temps deux obſtacles, doit ſouffrir davantage de celui qui eſt le plus fort, & vaincre auſſi plus aiſément celui qui l'eſt moins : or vaincre plus aiſément un obſtacle, c'eſt le repouſſer d'une certaine quantité en moins de temps, ou le repouſſer davantage dans un temps déter-

miné. Car un obſtacle, tel qu'il ſoit, ne cede jamais ſenſiblement dans un inſtant indiviſible; le plus foible eſt donc celui qui ſe laiſſe vaincre dans un temps plus court.

IV. LEÇON.

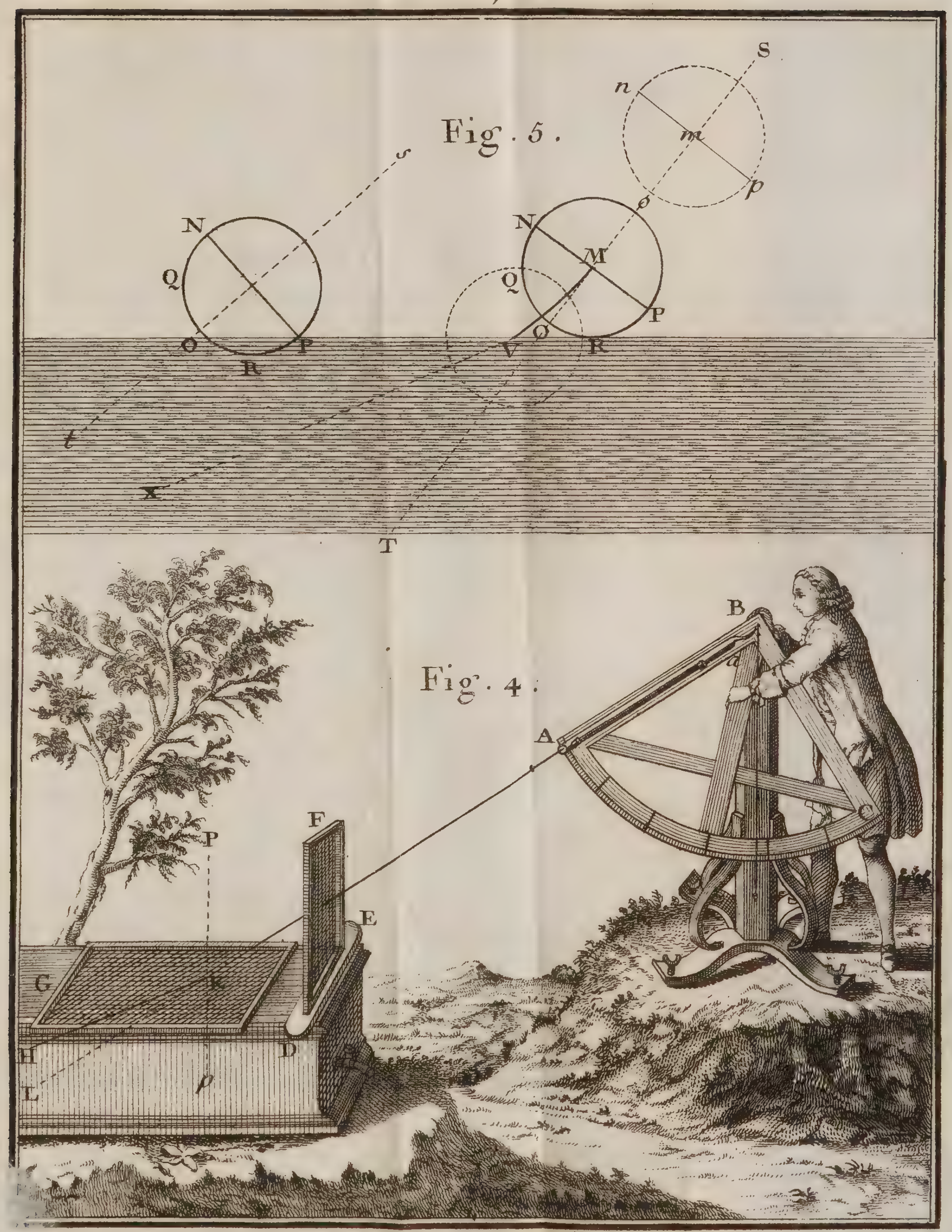
L'air & l'eau dans leſquels la balle de notre expérience a paſſé ſucceſſivement, ont fait obſtacle l'un après l'autre à ſon mouvement; mais tant qu'elle a été entiérement dans l'un ou dans l'autre de ces deux milieux, la réſiſtance ayant été également diſperſée à toutes les parties de l'hémiſphere antérieur, comme nous l'avons fait voir dans l'explication de la premiere expérience, ſa direction n'a point dû changer; les obſtacles, ou les parties réſiſtantes du fluide ſe faiſant équilibre de part & d'autre, elle a dû perſévérer conſtamment dans la ligne *A K*, & enſuite dans la ligne *K H*.

Si l'égalité des obſtacles contre toutes les parties de l'hémiſphere antérieur *n o p*, *Fig.* 5, entretient le corps *m* dans ſa direction, tant qu'il eſt dans un ſeul & même milieu, il eſt évident qu'en paſſant obliquement de l'air dans l'eau, ce même hémiſphere pen-

IV. LEÇON.

dant tout le temps de ſon immerſion, rencontre des obſtacles plus difficiles à vaincre d'un côté que de l'autre de ſa ſurface. Car, par exemple, le point *R* venant à toucher l'eau, éprouve plus de réſiſtance que le point *Q*, qui ne rencontre encore que de l'air. Ainſi l'équilibre étant rompu entre les obſtacles de part & d'autre, le centre *M* ſe porte du côté des plus foibles, & commence à s'écarter de ſa premiere direction *S T.* Mais comme la différence qu'il y a entre la réſiſtance de l'eau & celle de l'air, eſt principalement fondée ſur le temps qu'il faut employer pour repouſſer l'un ou l'autre de ces deux fluides, cette différence augmente à meſure que la vîteſſe du mobile diminue; car ſi la balle de plomb repouſſoit l'air & l'eau avec une vîteſſe infinie, leurs réſiſtances étant nulles, ou infiniment petites, il n'y auroit point de différence entr'elles.

Le mouvement du corps *M* rallenti de plus en plus par ſon immerſion dans l'eau, doit donc ſe reſſentir de cette différence augmentée entre la réſiſtance qui ſe fait en la partie *ORP*,


Fig. 5.
S
n
m
p
o
s
N
Q
M
P
O
R
V
t
x
T
Fig. 4.
B
A
F
E
G
K
H
D
L
ρ



& celle qui agit contre *OQN*. Ainsi le centre *M* doit abandonner de plus en plus sa premiere direction, & descendre par une petite ligne courbe, dont le dernier élément commence la nouvelle direction *VX*, que la balle suit après son immersion.

APPLICATIONS.

L'expérience précédente nous conduit naturellement à une remarque qui peut être de quelque utilité à ceux qui veulent tuer du poisson à coups de fusil. Quelque bons tireurs qu'ils puissent être, ils manqueroient souvent leur proie, s'ils omettoient d'avoir égard à la réfraction que doit souffrir le plomb en entrant dans l'eau. Ce que nous avons fait voir cidessus, prouve qu'il faut tirer plus bas que l'objet, puisque le coup se releve toujours dans l'eau, quand on tire obliquement. A la vérité, comme on ne peut tirer qu'à une petite profondeur, à cause de la grande résistance de l'eau, & que la pesanteur du plomb dont la vîtesse est affoiblie, détruit une partie de la réfraction en le faisant baisser; comme d'ailleurs

IV. LEÇON.

on doit ſuppoſer que l'objet qu'on ſe propoſe de toucher, a une certaine étendue, il ſemble que dans la pratique ce changement de direction qu'éprouve le plomb en entrant dans l'eau, n'eſt point une choſe fort importante par elle-même, & qu'on pourroit la négliger. Mais il faut faire attention que le poiſſon que nous voulons tirer, ne ſe voit que par des rayons de lumiere qui viennent de lui à nous, qui paſſent obliquement de l'eau dans l'air, & qui étant par conſéquent dans le cas de la réfraction, ne nous préſentent point l'objet dans le vrai lieu où il eſt. Ajoutez à cela, (& c'eſt ce qu'il y a de plus néceſſaire à remarquer) que la réfraction de la lumiere ſe fait en ſens contraire de celle des autres corps, comme nous le ferons voir en traitant de l'optique; de ſorte que le lieu apparent du poiſſon eſt plus élevé que ſon lieu réel : ce qui donne de nouvelles forces à la raiſon qu'on auroit de tirer plus bas, quand on n'auroit égard qu'à la réfraction du plomb.

Quoique les réfractions s'obſervent

le plus ordinairement dans des milieux fluides, on peut dire en général qu'elles ont lieu dans tous les corps, même ſolides, lorſque le mobile qui les pénetre, y rencontre obliquement des couches de matieres plus réſiſtantes les unes que les autres. Il arrive, par exemple, très-ſouvent, lorſqu'on veut percer une planche avec un poinçon, ou avec une aiguille mince & flexible, que le fer ſe courbe, & ne ſuit point la direction qu'on s'eſt efforcé de lui donner; c'eſt que la pointe a rencontré obliquement des parties plus dures les unes que les autres, comme il eſt aiſé d'en remarquer dans le ſapin, où ces ſortes de réfractions ſe font ſouvent; car on a de la peine à y chaſſer un clou ſelon ſon gré, ſur-tout s'il eſt long & mince.

La réfraction eſt ſuſceptible de plus & de moins. Nous avons vu qu'elle eſt nulle, lorſque la direction du mobile eſt perpendiculaire à la ſurface du milieu réfringent; elle commence avec l'obliquité d'incidence, & elle augmente avec elle, & proportionnellement à elle. Car la balle qui tombe par *ST*, *Fig.* 5, ſouffre moins

IV. LEÇON.

de réfraction que celle qui eſt dirigée par *s t* ; & ſi l'on ſe rappelle ce que nous avons dit pour rendre raiſon de la réfraction en général, on appercevra facilement, & par l'inſpection ſeule de la figure, que la cauſe de cet effet augmente à meſure que l'immerſion devient plus oblique. Car on voit que plus la direction eſt inclinée à la ſurface de l'eau, plus la partie *O Q N* de l'hémiſphere antérieur eſt de temps dans l'air ; & par conſéquent, plus les réſiſtances qui ſe font de la part de l'eau en la partie *ORP*, ont l'avantage ſur celles qui agiſſent contre les points correſpondants *O Q N*.

Mais dans quelque degré que l'on conſidere la réfraction, on la trouve toujours proportionnelle à l'incidence du mobile, quand les milieux ne changent point ; & l'on en juge en comparant les angles d'incidence *ACP* & *BFD* *Fig.* 6, avec ceux de réfraction *a C p* & *b F d*, que l'on meſure par les lignes *P A*, *a p*, qui en ſont les ſinus ; car ſi *P A* eſt à *a p*, comme 2 eſt à 3, les deux lignes ſemblables *DB* & *db*, qui repréſentent

le cas d'une réfraction plus grande, ſont encore dans le même rapport entr'elles.

Nous n'entreprendrons point de prouver ceci par des expériences; la difficulté de diriger des corps graves dans des lignes parfaitement droites & obliques à la direction naturelle de leur peſanteur, ne nous le permet pas. Nous aurons lieu de le faire commodément, en traitant de la lumiere, qui n'a pas cet inconvénient.

Nous ajouterons ſeulement, & nous le prouverons par le fait, que quand l'incidence eſt parvenue à un certain point d'obliquité, la réfraction ſe fait hors du milieu réfringent, (ce que l'on nomme alors *réflexion*) de maniere, par exemple, qu'une pierre, ou une balle de plomb, au lieu de paſſer de l'air dans l'eau, comme nous l'avons vu précédemment, ſe releve après avoir touché la ſurface, & forme avec elle un angle preſque ſemblable à celui qu'elle avoit fait en tombant. Voyez la *Fig.* 7.

III. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Il faut diſpoſer le quart de cercle de la *Fig.* 4, de maniere que le canon & ſa ligne de direction *MN*, *Fig.* 7, faſſent avec la ſurface de l'eau *NP*, un angle d'environ 5 degrés, & placer à l'autre bout du baquet une planche de bois tendre *S*, qui s'éleve perpendiculairement à la ſurface de l'eau, & qui ſe préſente de face à la longueur du même baquet; il faut auſſi placer à fleur d'eau un chaſſis de gaze, qui ait environ un pied de longueur. Le canon ayant été chargé comme précédemment, il faut y mettre le feu.

EFFETS.

La balle de plomb étant parvenue en *N*, au lieu d'entrer dans l'eau, & d'y ſouffrir une réfraction, comme dans la ſeconde expérience, rejaillit du point de contact, & va frapper la planche en *S*, faiſant ſon angle de réflexion *ONS*, à peu près égal à celui de ſon incidence *MNP*.

EXPLICATIONS.

En expliquant ci-deſſus les cauſes de la réfraction, nous avons fait con-

noître que la résistance du milieu contre une boule qui se meut en ligne droite, s'exerce sur la moitié de la surface sphérique *NO n*, *Figure* 3; nous avons fait voir aussi en expliquant la seconde expérience, que quand cet hémisphere vient à toucher en même-temps deux milieux dont l'un résiste plus que l'autre, le corps entier dont il fait partie, se porte davantage du côté du plus foible. Delà il suit que cette déviation doit être d'autant plus grande, que les fluides résistants different plus entr'eux, & que le plus foible des deux occupe une plus grande partie de l'hémisphere *P R O Q N*, *Fig.* 5. La résistance de l'air est très-petite, ou dure très-peu en comparaison de celle de l'eau, & quand la balle de plomb est dirigée par une ligne fort inclinée, comme dans notre expérience, on peut voir par la *Figure* que la partie qui répond à l'air, est beaucoup plus grande que celle qui touche l'eau. Ainsi l'excès de résistance de la part de ce dernier milieu, devient comme un point fixe qui refuse le passage au mobile, assez long-

IV. LEÇON.

temps pour lui donner lieu de continuer ſon mouvement dans l'air, qui lui cede très-promptement.

Juſqu'ici l'on voit aſſez bien pourquoi la balle n'entre point dans l'eau, & par quelle raiſon elle acheve ſon mouvement dans l'air, après avoir touché par une direction fort oblique le milieu le plus réſiſtant. Mais il faut convenir que ce que nous avons dit ne ſuffit pas pour faire entendre ce qui la détermine à remonter de bas en haut, par une autre direction oblique, qui ſe trouve dans le même plan que celle de ſon incidence : car de ce qu'elle doit achever ſon mouvement dans l'air, il ne s'enſuit pas qu'elle ſoit obligée de s'élever après avoir deſcendu ; s'il n'y avoit aucune cauſe pour produire cet effet, il paroît qu'on ne devroit s'attendre qu'à voir gliſſer ou rouler cette balle ſur la ſurface de l'eau, quand une fois elle y ſeroit parvenue, & qu'il lui reſteroit aſſez de vîteſſe pour rendre l'effet de ſa peſanteur inſenſible. En un mot, tout ce que peut faire la réſiſtance de l'eau, c'eſt d'interdire le paſſage au mobile ; mais en ne con-

ſidérant en elle qu'un obſtacle invincible, on ne voit pas qu'elle puiſſe déterminer à monter, ce qui juſqu'au point de contact eſt bien déterminé à deſcendre. Il y a donc quelque choſe de plus à conſidérer, ſoit dans l'eau qui réfléchit, ſoit dans la balle qui ſouffre cette réflexion, ou bien dans l'une & dans l'autre, relativement aux circonſtances où elles ſe trouvent dans notre expérience. Mais comme ce qui ſe paſſe ici à la rencontre d'une ſurface fluide dans le cas d'une incidence fort oblique, arrive toujours, quand un mobile tombe ſur un plan ſolide à telle inclinaiſon que ce ſoit, nous remettons à en examiner la cauſe en parlant du mouvement réfléchi dans la ſection ſuivante : il nous ſuffira pour le préſent d'avoir fait connoître qu'il y a telle obliquité d'incidence où la ſurface de l'eau ſe comporte à l'égard d'une balle de plomb, ou de tout autre corps dur, comme un plan ſolide & impénétrable.

APPLICATIONS.

L'expérience que nous venons d'expliquer, doit ſervir de regle à

IV. LEÇON.

ceux qui tirent dans l'eau. S'ils ne tirent pas de fort près ou d'un lieu élevé, la direction du corps peut devenir trop oblique, & le plomb pourroit bien ne pas entrer dans l'eau. Telle personne qui se croiroit en sûreté sur le rivage opposé, courroit risque d'être blessée : & c'est toujours une précaution fort sage, de ne se point rencontrer dans le plan de la réflexion. Dans un combat naval, combien de boulets de canon voit-on se relever ainsi, après avoir touché la mer, & faire, par un mouvement réfléchi, ce qui sembleroit devoir manquer par leur premiere direction.

Mais sans aller chercher des exemples si terribles, un jeu d'enfant que tout le monde connoît sur le nom de *ricochets*, nous montre la même chose avec moins de danger. Une pierre un peu tranchante par les bords, plus épaisse du milieu, & lancée fort obliquement à la surface de l'eau, se releve du point de contact par les raisons que nous avons rapportées; & si elle a reçu une quantité suffisante de mouvement, lorf-

que ſon propre poids la détermine de nouveau dans une incidence oblique, il donne occaſion à une nouvelle réflexion qui ſe réitere ſouvent 5 ou 6 fois de ſuite.

Des expériences que j'ai répétées avec ſoin, mais que je n'ai point encore eu occaſion de faire aſſez en grand, pour voir juſqu'à quel point la pratique s'approche de la théorie, m'ont déjà fait voir que la ſurface de l'eau ne commence point à réfléchir ſous le même angle, ou à pareille obliquité d'incidence, toutes ſortes de corps indifféremment. J'ai remarqué qu'une balle de 6 lignes de diametre entroit dans l'eau, quand ſa direction faiſoit un angle de 6 degrés avec la ſurface, tandis qu'une plus groſſe, à pareille incidence, étoit réfléchie: & je ne doute pas qu'un boulet de canon ne le ſoit ſous un angle beaucoup plus ouvert, & que cela ne varie autant que le diametre des boulets. Car la réſiſtance de l'eau eſt d'autant plus grande, que les parties choquées ſont en plus grand nombre; quand un mobile ſphérique tombe ſur ſa ſurface, & vient à la tou-

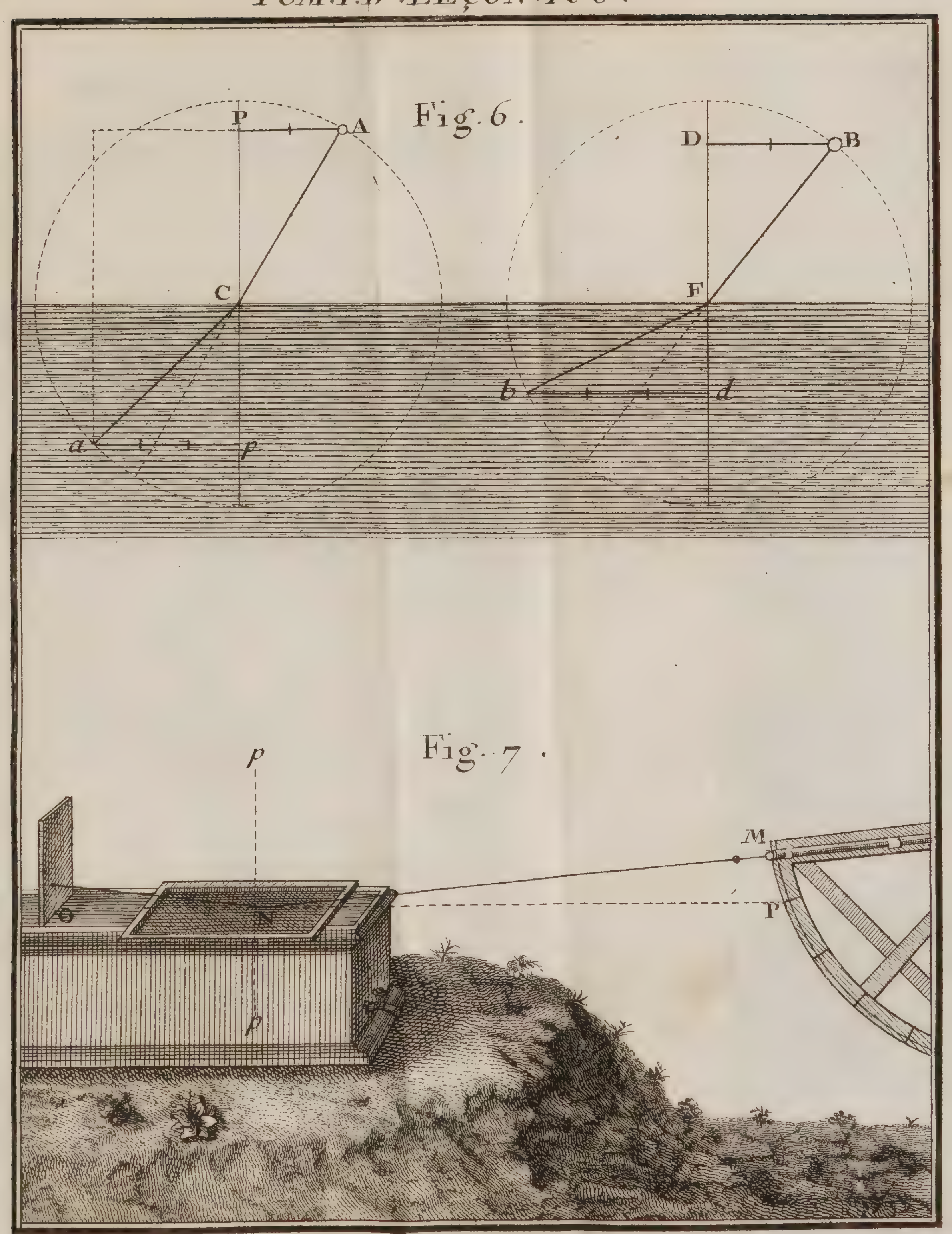
IV. LEÇON.

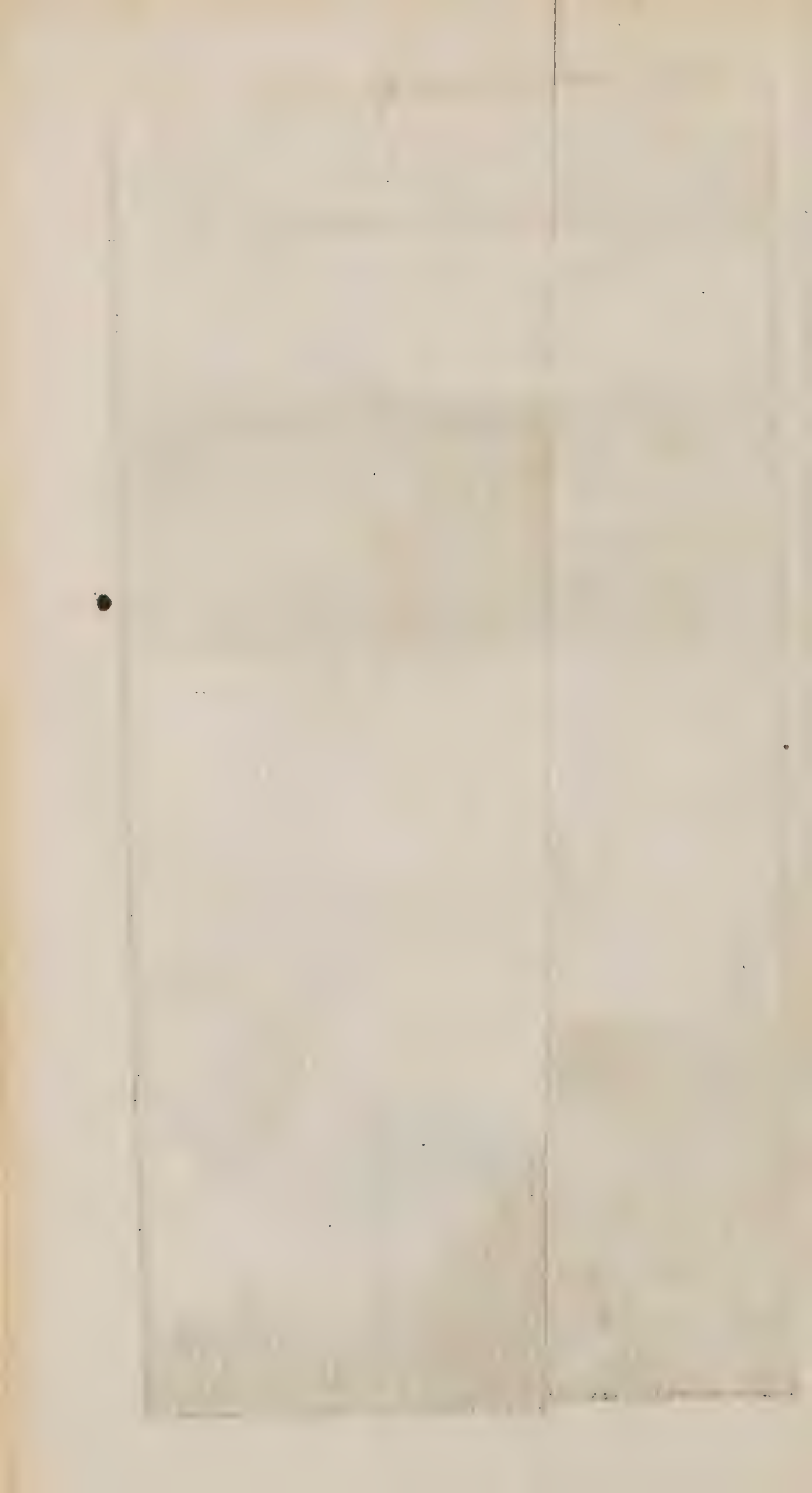
cher avec un mouvement considérable, on ne doit point croire que ce soit par un seul point, c'est toujours par un segment, & ce segment éprouve d'autant plus de résistance, qu'il fait partie d'une sphere plus grande, parce qu'ayant plus d'étendue avec moins de convexité, il heurte plus directement, & un plus grand nombre de parties d'eau.

En général on peut dire que la déviation occasionnée par la rencontre du nouveau milieu, dépend de la résistance plus ou moins grande qu'il oppose à une partie de l'hémisphere antérieur du boulet : or pour évaluer cette résistance, il faut avoir égard à la densité du milieu réfringent, à la grandeur du mobile, à la vîtesse, & à l'obliquité de son incidence.

Après avoir examiné les changements qui arrivent à la direction d'un mobile, quand il rencontre un obstacle qu'il peut pénétrer, ou dans lequel il peut continuer son mouvement, voyons maintenant ce qui arrive à ce même mobile, quand l'obstacle est un corps solide qui lui refuse le passage.

II. SECTION.


Fig. 6.
P
A
D
B
C
F
b
d
a
p
Fig. 7.
p
M
O
N
P
p



II. SECTION.

Du Mouvement réfléchi.

NOUS avons ſuppoſé dans la Section précédente, que ce qui tendoit à changer la direction du mobile, étoit une matiere qu'il pouvoit pénétrer, & dans laquelle il avoit la liberté de continuer ſon mouvement d'une maniere aſſez conſidérable, pour donner lieu d'appercevoir s'il obéiſſoit à une nouvelle détermination. Maintenant nous ſuppoſons un obſtacle invincible, une maſſe inébranlable qu'il ne puiſſe déplacer, ni entr'ouvrir, pour paſſer outre. Je dis, pour paſſer outre : car comme il n'y a point de matiere parfaitement dure, & dont les parties ne cedent à une force ſuffiſante, lorſqu'un corps en choque un autre, quand bien même ce dernier ne pourroit être déplacé à cauſe de ſa grandeur, il ſe fait toujours un enfoncement à l'endroit du contact; & ſi cet enfoncement eſt tel que le mobile s'introduiſe dans la maſſe,

IV. LEÇON.

comme lorſqu'un boulet de canon s'enterre, ou qu'on tire une balle de mouſquet dans du ſable, ou dans de la neige accumulée ; alors l'obſtacle enfoncé devient un nouveau milieu, & s'il y a réfraction, elle ſe fait ſelon les loix que nous avons établies ci-deſſus.

L'obſtacle, ou le corps choqué, étant donc tel qu'on le ſuppoſe, inébranlable quant à ſa maſſe totale, mais flexible quant à ſes parties, il eſt queſtion de ſavoir comment le mobile ſera dirigé après le choc.

Mais avant que de répondre à cette demande, il eſt à propos d'examiner ſi le corps qui choque, continuera de ſe mouvoir ; car s'il devoit reſter ſans mouvement, en vain chercheroit-on quelle doit être ſa direction, & il y a bien des cas où l'obſtacle le réduit au repos, ſans lui rien rendre de ce qu'il lui a fait perdre.

Pour fixer nos idées, repréſentons-nous une bille d'acier lancée contre une muraille ; & pour plus de ſimplicité, regardons le corps choquant comme parfaitement dur, & ne conſidérons que la flexibilité du corps

choqué. Au premier inſtant du contact la bille exerce, contre un très-petit eſpace de la pierre qu'elle rencontre, un effort qui eſt comme ſa maſſe & ſa vîteſſe actuelle. Ce petit nombre de parties ainſi comprimées par l'acier, cede à ſon mouvement, recule ſur les parties les plus prochaines, & celles-ci ſur d'autres; la pierre ſe condenſe en cet endroit, & il ſe fait un petit enfoncement; mais cet effet ne ſe produit pas avec une vîteſſe égale à celle qu'avoit le mobile au moment qu'il a commencé à toucher; car ce qui a été déplacé, a réſiſté, & toute réſiſtance (quoique vaincue) détruit une partie de la force qui la fait céder: ainſi à la fin du premier inſtant la bille d'acier ſe trouve retardée, & ſon effort au commencement du ſecond inſtant eſt moindre qu'il n'étoit d'abord.

Mais comme les parties choquées pendant le premier inſtant, ont cédé en arriere, leur introceſſion, ou enfoncement, a donné lieu à la bille d'acier de toucher la pierre par une plus grande ſurface. Le mobile perdra donc plus de ſa vîteſſe pendant le ſe-

cond inſtant que pendant le premier : 1° parce qu'il aura plus de parties à repouſſer ; 2° parce que celles du milieu qui ont été enfoncées précédemment, réſiſtent davantage qu'elles n'ont pu faire pendant le premier inſtant ; car alors la matiere choquée étoit moins condenſée, & le corps choquant avoit plus de mouvement.

On voit par l'examen de ces deux premiers inſtants, que la bille d'acier en formant un enfoncement dans la pierre, doit diminuer de vîteſſe, par des quantités qui vont toujours en augmentant, puiſque les parties qui reçoivent ſon effort, ſe multiplient à chaque inſtant, & que ſe trouvant de plus en plus appuyées par celles de derriere, leur réſiſtance commune croît pour le moins en raiſon de ces deux cauſes.

La vîteſſe du mobile a beau être retardée uniformément, ou non, cette diminution ne doit point empêcher qu'il ne perſévere dans ſa premiere direction, tant qu'il lui reſte du mouvement : ainſi l'enfoncement qui ſe fait dans la pierre, n'eſt achevé que quand la bille ceſſe de ſe mou-

voir ; & réciproquement on peut conclure qu'elle eſt réduite au repos, quand les parties de la pierre ne cedent plus : de ſorte que s'il ne ſe trouve alors quelque nouvelle cauſe pour rétablir le mouvement dans la bille, comme elle a conſumé entiérement celui qu'elle avoit reçu dans ſa premiere détermination, on ne voit pas qu'elle puiſſe ſe mouvoir davantage, & en effet l'expérience fait voir qu'elle ne ſe meut plus ; car, ſi l'endroit de la muraille qui eſt expoſé au choc eſt de la pierre tendre, ou du plâtre, la bille demeure dans le trou qu'elle a fait, ou bien elle retombe par ſon propre poids, ſi rien ne l'arrête.

Il n'en eſt pas de même ſi le mobile rencontre pour obſtacle une pierre dure, on le voit rejaillir après le choc, & dans un ſens différent de ſa premiere direction : ce mouvement ſe nomme *réfléchi*. Voyons donc quelle en eſt la cauſe, & quelles ſont les loix qui le dirigent.

Dans la pierre, comme dans le plâtre, il ſe fait pendant le choc un enfoncement qui ne differe que du plus au moins. Mais quand l'obſtacle eſt

IV. LEÇON.

élaſtique, que les parties enfoncées ont la vertu de ſe rétablir dans le lieu & dans l'ordre où elles étoient avant leur déplacement, il eſt aiſé de voir pourquoi le corps choquant recommence à ſe mouvoir, & ce qui le détermine dans une direction différente de celle qu'il avoit d'abord : car ces parties enfoncées en ſe rétabliſſant, repouſſent le mobile devant elles, & tendent à le diriger comme elles le ſont elles-mêmes.

Mais tous les corps élaſtiques ne le ſont pas également, & l'on peut dire qu'on n'en connoît aucun qui le ſoit parfaitement : nous le ſuppoſerons cependant pour rendre notre théorie plus ſimple, & nous conſidérerons d'abord le choc direct, c'eſt-à-dire, celui d'un mobile dirigé perpendiculairement à la ſurface de l'obſtacle.

En ſuppoſant que l'obſtacle *D E*, *Fig.* 8, eſt un corps dont l'élaſticité eſt parfaite, le point de contact *A*, porté en *B*, par l'effort du mobile *C*, doit revenir de *B* en *A*, avec une vîteſſe égale à celle avec laquelle il avoit été déplacé. Le corps *C*, qu'il

chasse devant lui, parcourt en même temps le même chemin ; & lorsque par cette réaction il est redevenu tangent à la surface *D E*, il se trouve qu'il a pour aller d'*A* en *F*, le même degré de mouvement qu'il avoit lorsqu'en arrivant d'*F* en *A*, il a commencé l'enfoncement *d B e*. Ainsi l'obstacle dont le ressort seroit parfait, rendroit au mobile, par une réaction complette, tout le mouvement qu'il lui auroit fait perdre dans le temps de la compression. Il s'agit maintenant de régler la direction de ce mouvement réfléchi.

En expliquant la réfraction, * nous avons fait voir que quand le mobile *M* tombe perpendiculairement sur le milieu réfringent, il ne quitte point la ligne de sa premiere direction, & qu'après, comme avant l'immersion, il tend au même terme, parce que toutes les parties de son hémisphere antérieur sont également soutenues par la résistance du fluide, & qu'il n'y a aucune cause qui favorise ou qui rallentisse son mouvement plus d'un côté que de l'autre. Par une raison semblable, si la surface *DE*, *Fig.* 8,

* *Pag.* 268. *Fig.* 3.

IV. LEÇON. est solide & parfaitement élastique, le mobile qui vient d'*F* en *A*, après avoir formé l'enfoncement *d B e*, sera renvoyé dans la même ligne exactement & vers le point *F*, parce que les parties correspondantes *G*, *H*, obéissent à des réactions parfaitement semblables, dont l'équilibre entretient nécessairement le centre *C* dans une ligne qui a pour termes *A*, *F*.

* *Pag.* 517. *Fig.* 5. Nous avons encore prouvé * que dans le cas de l'immersion oblique, le mobile abandonne sa premiere direction, & nous en avons fait voir la cause dans l'inégalité des résistances qui agissent sur les points *P*, *R*, *O*, *Q*, *N*, pendant que cet hémisphere se plonge dans le milieu réfringent. Nous avons remarqué aussi que cette déviation du mobile étant causée par des retardements qui vont toujours en augmentant, jusqu'à ce qu'il soit plongé, le centre *M* suit une petite courbe *M V*.

La même chose arrive, & par des raisons semblables, lorsqu'un corps sphérique tombe obliquement sur un plan solide & à ressort, *Fig.* 9. Les parties enfoncées sont autant de petits ressorts

ressorts qui ont été tendus par l'effort du mobile, & qui ralentissent sa vîtesse de plus en plus, jusqu'à ce qu'enfin il ait consumé tout le mouvement qu'il avoit lorsqu'il a commencé à toucher la surface du plan en *I*. Delà vient la petite courbe *i l*, que décrit le centre du mobile; & il est évident que si ce plan enfoncé finissoit au point *L*, la bille s'échapperoit par la ligne *L M*; & son centre par conséquent suivroit la parallele *l m*.

Mais comme pendant l'enfoncement elle touche le plan par une surface, & non par un point, & que tous les ressorts qu'elle a tendus se déploient successivement, & selon l'ordre dans lequel ils ont été comprimés, il s'ensuit ce double effet; 1° Elle reprend son premier degré de mouvement, parce qu'elle est repoussée avec autant de force qu'elle a comprimé. 2° Elle remonte par une courbe *M P*, *Fig.* 10, semblable à celle qu'elle a suivie en faisant son enfoncement, parce que les ressorts qu'elle a tendus, se débandent contre sa partie postérieure, & lui donnent une vîtesse qui s'accélere depuis

IV. LEÇON.

M jusqu'en *P*, de même que celle qu'elle avoit d'abord a été retardée depuis *I* jusqu'en *M*. Ainsi comme l'extrêmité *I* de la ligne de son incidence a été le commencement de la premiere courbe, celle de la réflexion *P Q* est la continuation de la seconde, & de cette maniere l'angle *R M Q* devient égal à *S M T*.

L'égalité des angles d'incidence & de réflexion se démontre d'une maniere plus géométrique, en supposant un principe que nous prouverons ci-après, en parlant du mouvement composé; savoir, que le mobile qui parcourt la ligne *T M* se comporte comme s'il obéissoit à deux puissances, dont une lui auroit donné la vîtesse nécessaire pour parcourir la ligne *T V*, pendant que l'autre le feroit descendre de la hauteur *T S*. Si, lorsqu'il est parvenu en *M*, une cause quelconque anéantit son mouvement de haut en bas, sans rien diminuer de celui qui le transporte horizontalement, il est évident que dans un temps semblable à celui qu'il a employé pour venir de *T* en *M*, il ira d'*M* en *R*, n'étant plus commandé

que par une ſeule puiſſance. Mais au lieu de cette ſuppoſition, ſi lorſque le mobile eſt en *M*, la puiſſance qui le commandoit de haut en bas, ſe trouve tout d'un coup convertie en une autre d'égale force, mais qui le ſollicite à ſe mouvoir de bas en haut, il remontera ſans doute par *M Q*, avec le même degré de vîteſſe qu'il avoit en deſcendant par *T M*. Or nous avons vu précédemment comment de ces deux mouvements dont l'incidence oblique eſt composée, celui qui eſt perpendiculaire au plan s'anéantit dans le mobile, & ſe change, à pareil degré, en un autre qui eſt oppoſé dans la même ligne.

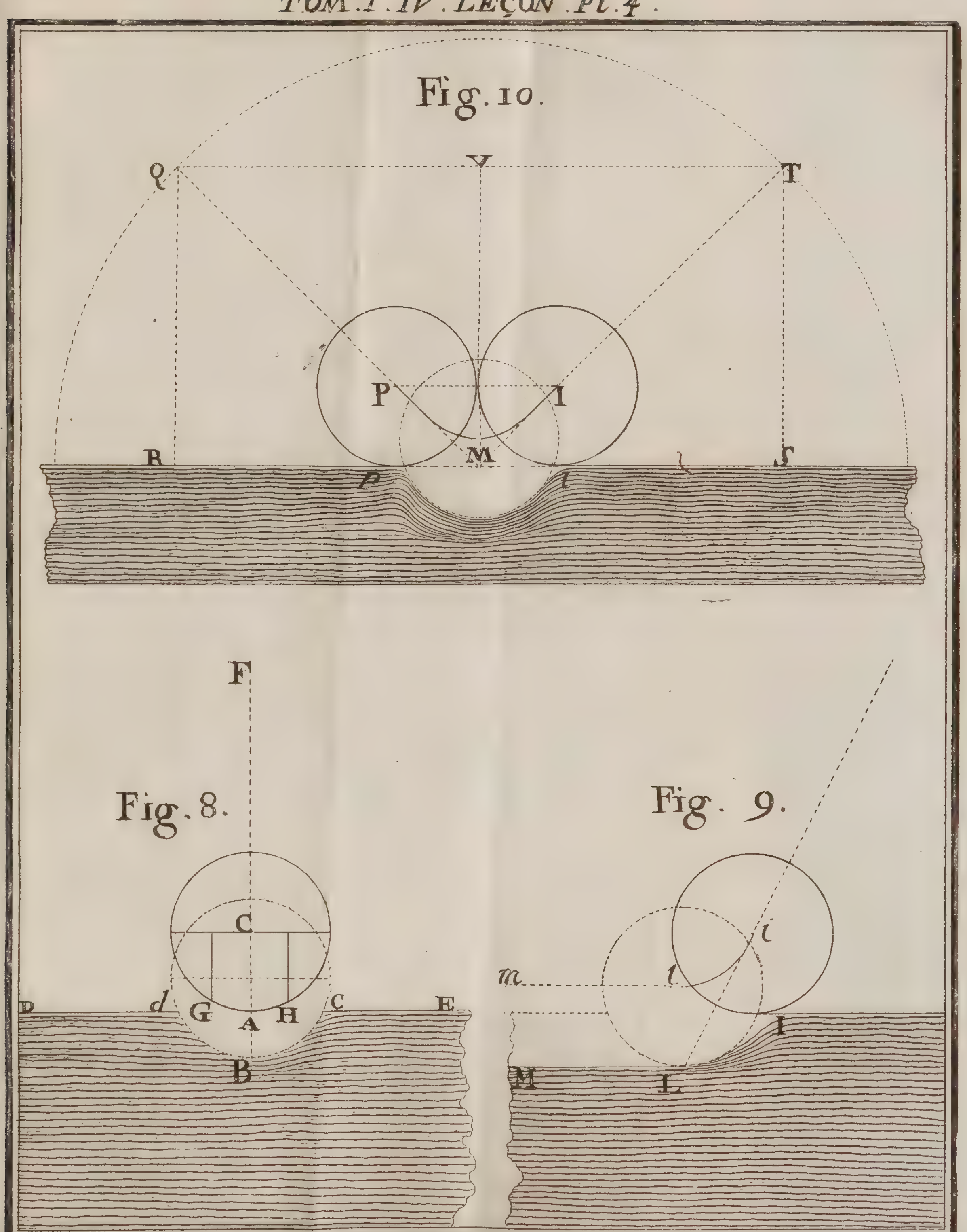
Juſqu'ici nous avons ſuppoſé le mobile inflexible, & nous n'avons conſidéré que le reſſort du plan qui réfléchit; mais il eſt aiſé de concevoir que les mêmes effets auroient lieu, ſi le plan étoit parfaitement dur, & que la bille fût un corps à reſſort; car dans le choc elle s'applatiroit, & les parties enfoncées en ſe rétabliſſant, s'appuieroient ſur le plan, & repouſſeroient le mobile avec la même vîteſſe avec laquelle elles auroient

été comprimées, & dans un ſens contraire.

A la vérité, ni l'une ni l'autre de ces deux ſuppoſitions ne repréſentent la nature; car ſi l'on ne connoît pas de corps dont le reſſort ſoit parfait, on ne voit pas non-plus de corps ſolides qui en ſoient entiérement privés. Ainſi toutes les fois qu'il y a réflexion, l'on peut dire que le mobile & l'obſtacle y ont tous deux part, ſelon leur degré d'élaſticité.

Il peut même arriver qu'un troiſieme preſſé entre l'un & l'autre dans le temps du choc, entre pour quelque choſe dans le mouvement réfléchi, en faiſant l'office d'un reſſort qui ſe débande d'une part contre le plan, & de l'autre contre le mobile; & alors, ſoit que l'incidence ſoit directe, ſoit qu'elle ſoit oblique, on doit encore en attendre tout ce qui a été énoncé ci-deſſus, lorſque nous n'avons ſuppoſé du reſſort que dans l'obſtacle ou corps choqué.

Il paroît donc que les choſes les plus importantes à ſavoir touchant le mouvement réfléchi, peuvent ſe


Fig. 10.
Q
V
T
P
I
R
M
S
p
t
F
Fig. 8.
Fig. 9.
C
i
m
l
D
d
G
A
H
c
E
I
B
M
L

réduire à ces deux chefs : 1° Que le ressort est la cause nécessaire de la réflexion ; 2° Que la direction du mouvement réfléchi est telle que l'angle de réflexion est égal à celui de l'incidence du mobile, lorsque la réaction est parfaite.

Quoique ces deux propositions ne puissent se prouver par des expériences rigoureusement exactes, parce que nous ne connoissons aucun corps solide qui ait un ressort parfait, ou qui n'en ait pas du tout, & que d'ailleurs la pesanteur du mobile & la résistance de l'air détruisent une partie des effets ; cependant on peut faire sentir ce qui doit être, en faisant voir par des à-peu-près ce qui est. Nous aurons soin de remarquer ce qui se mêlera d'étranger dans les faits, & le restant nous représentera suffisamment ce que nous venons d'enseigner.

PREMIERE EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

La machine qui est représentée par la *Fig.* 11 doit être placée de manie-

IV. LEÇON.
re que ſa baſe ſoit dans un plan horizontal ; *A B* eſt une cuvette qui a environ un pouce de profondeur ; on la remplit de terre-glaiſe que l'on a mêlée avec du ſable fin, en telle quantité qu'elle ſoit très-flexible, ſans être cependant trop viſqueuſe. Cette cuvette ſe peut mouvoir ſur un pivot qui eſt au point *A*, & elle s'arrête à tel degré d'inclinaiſon que l'on veut, par le moyen d'une agraffe & d'une vis qui eſt en *B*. C'eſt un petit canon de cuivre fixé à un coulant à reſſort, qui gliſſe dans une rainure à jour pratiquée au bas de la potence, & par lequel on fait paſſer une balle de plomb calibrée.

EFFETS.

Quand on laiſſe tomber la balle de plomb par le petit canon *C*, ſoit qu'elle arrive perpendiculairement à la ſurface de la cuvette, ſoit que cette cuvette ſe préſente obliquement à ſa chûte, il ſe fait un enfoncement dans la terre molle, & la balle y perd tout ſon mouvement.

EXPLICATIONS.

Quand la balle en tombant a commencé à toucher la terre molle, elle avoit une certaine quantité de mouvement; c'eſt aux dépens de ce mouvement qu'elle a déplacé une portion de la matiere flexible. Elle a donc dû ceſſer de ſe mouvoir quand les parties qu'elle a rencontrées en repos dans ſa direction, ont été portées auſſi loin que l'exigeoit la valeur de ſon effort; & elle n'a pas dû ceſſer plutôt, parce qu'un corps en mouvement ne peut être réduit au repos, que par un obſtacle dont la réſiſtance égale le produit de ſa force.

Que la balle tombe perpendiculairement ſur un plan incliné à l'horizon, comme dans l'une des deux expériences précédentes, ou bien qu'elle vienne par une ligne oblique contre un plan horizontal, comme le repréſente la *Fig.* 12, c'eſt abſolument la même choſe, quant à l'effet qui doit s'enſuivre; & ſi le plan eſt flexible & ſans reſſort, comme nous le ſuppoſons, le mouvement de la balle doit s'y conſumer entiére-

IV. LEÇON.

ment, aussi-bien que dans le cas précédent; car la direction oblique ne change rien à ce que nous avons dit pour la chûte perpendiculaire; elle ne pourroit tout au plus qu'occasionner une petite réfraction que nous négligeons, parce que nous supposons l'enfoncement peu considérable; mais elle n'a rien par elle-même qui puisse remettre le mobile au-dessus du plan qu'il a une fois touché.

APPLICATIONS.

Les corps sans ressort, ou dont l'élasticité est très-foible, sont plus propres que d'autres à rompre les efforts violents, parce qu'ils retardent par degrés la vîtesse du mobile, & qu'ils le réduisent au repos en cédant de plus en moins. Pour bien entendre ceci, il faut faire attention qu'il n'y a nul mouvement, si prompt qu'il puisse être, qui n'emploie un temps fini; ainsi quand le corps *M*, *Fig.* 13, descend par la ligne *D E*, pour faire la place de son hémisphere dans la terre molle, quoiqu'à nos sens cet effet paroisse se passer dans un instant indivisible, il faut pourtant

concevoir le temps de cet enfoncement comme partagé en plusieurs instants égaux, pendant lesquels le mobile déploie sa force contre les parties qui cedent. Mais cette force diminue à chaque instant, & elle diminue par des quantités qui croissent beaucoup plus que les temps; car au second instant les résistances sont en plus grand nombre que dans le premier, puisque l'hémisphere plus enfoncé présente une plus grande surface à la terre molle qu'il faut repousser; & les parties déjà comprimées s'opposent davantage à leur déplacement. On peut donc considérer les 3 espaces *D*, *F*, *E*, comme les produits des trois instants égaux, pendant lesquels le corps *M* a consumé toute sa vîtesse en parcourant la ligne *D E*.

Tous les obstacles qui cedent ainsi, partagent l'effort du mobile, & arrêtent comme en plusieurs fois une puissance qui ne manqueroit pas de les forcer, si toute son action étoit réunie dans un temps plus court. Un tambour résisteroit-il à un seul coup qui égaleroit en force la somme des

IV. LEÇON.

coups de baguettes qu'il reçoit en une heure ? Une planche de chêne arrête-t-elle une balle de mousquet qu'un sac rempli de laine ne manque point d'amortir ?

C'est par une semblable raison qu'on n'est point blessé par la chûte d'un corps dur qu'on reçoit dans sa main, pourvu que la main cede pendant quelques instants, au lieu de se roidir contre. On risqueroit de rompre la corde, quand on arrête un bateau que le courant de la riviere emporte, si l'on ne prenoit la précaution de la filer peu à peu pour vaincre l'effort par degrés.

II. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

On se sert pour cette expérience de la même machine qui a servi pour la précédente, & qui est représentée par la *Figure* 11. Au lieu de la cuvette pleine de terre molle, on y place une tablette de marbre noir bien polie, & enduite d'une très-légere couche d'huile; & la balle qu'on fait tomber par le petit canon de cuivre, est d'ivoire.

EFFETS.

Quand on laiſſe tomber la balle d'ivoire perpendiculairement ſur le marbre, après avoir touché le plan, elle remonte par la même ligne qu'elle a ſuivie en tombant, mais moins haut que le lieu d'où elle eſt deſcendue, & l'on remarque ſur la tablette une tache ronde qui a environ une ligne de diametre.

EXPLICATIONS.

Ce que l'on a dit ci-deſſus en établiſſant la queſtion du mouvement réfléchi, ſuffit pour expliquer le fait que nous venons de rapporter ; la tache qu'on trouve ſur le marbre, prouve bien que dans le choc il y a eu compreſſion de parties dans l'un des deux corps, & vraiſemblablement dans tous les deux, comme on l'a fait voir en parlant du reſſort : * & comme après l'expérience on retrouve les ſurfaces dans le même état où elles étoient avant le contact, il eſt indubitable qu'elles ſe ſont rétablies, & nous avons fait voir que ce rétabliſſement, s'il étoit parfait, ſe-

* Page 127.

roit suffisant pour rendre au mobile, dans un sens contraire, tout le mouvement qu'il avoit consumé en suivant sa premiere direction. Si cet effet n'a pas lieu, c'est que la résistance de l'air s'y oppose d'une part, & qu'on a raison de croire que l'ivoire & le marbre ne se rétablissent pas avec la même vîtesse avec laquelle on peut les comprimer.

APPLICATIONS.

Un corps à ressort que l'on a comprimé, & qui a la liberté de se remettre, ne revient à son premier état qu'après un certain nombre de balancements, qu'on nomme *vibrations*, & qu'il est facile d'appercevoir dans une lame d'acier, dans une corde de clavessin, dans une branche d'arbre, &c. que l'on a pliée & qu'on abandonne à elle-même. Ce mouvement qui ramene le corps élastique au-delà du lieu de son repos, vient de ce que la partie comprimée en se rétablissant reprend le même degré de vîtesse qu'elle a reçu au premier instant du choc, & dans un sens contraire, comme nous l'avons expliqué page

294. Prenons pour exemple une corde de viole ou de claveſſin, *Fig.* 14, tendue entre deux points fixes *G*, *H*, & contre laquelle on fait heurter un corps ſolide avec une quantité de mouvement ſuffiſante pour la mener du point *I* au point *K*. Cette percuſſion allonge la corde ; car il eſt évident que la ſomme des deux longueurs *GK* & *HK* eſt plus grande que *GH*. Si elle eſt libre de ſe remettre, ſon reſſort ramenera le point *K* en *I*, & alors elle aura dans la direction *IL* une vîteſſe égale à celle que lui avoit fait prendre la percuſſion pour aller en *K*. Cette vîteſſe doit avoir ſon effet ; elle doit tranſporter le point *I* vers *L*, juſqu'à ce que des réſiſtances ſuffiſantes l'aient fait ceſſer. Mais ſi le milieu de la corde ſe meut ainſi, les parties qui la compoſent de part & d'autre doivent s'allonger, & leur réſiſtance affoiblira de plus en plus ce mouvement ; il finira enfin, quand toute la vîteſſe de la réaction ſera conſumée, & l'on voit que ſi la corde en revenant de *K* en *I*, ſe trouve avoir le même degré de vîteſſe qu'elle avoit reçu par le

choc pour descendre en *K*, la ligne
IV. LEÇON. *IL* doit devenir égale à *IK*. Si les ressorts étoient parfaits, & que leurs vibrations se fissent dans un milieu non-résistant, ces sortes de mouvements seroient perpétuels ; car lorsque la corde, en vertu de sa réaction, est parvenue en *L*, elle a le même degré de tension qu'elle avoit lorsqu'elle étoit comprimée au point *K*, & par conséquent elle auroit la force nécessaire pour y retourner à la seconde vibration. On en pourroit dire autant de la troisieme, & d'une infinité d'autres ; mais la réaction n'étant jamais complette par les raisons que nous avons dites, la seconde vibration a moins d'étendue que la premiere, & la troisieme moins encore que la seconde, & ces diminutions enfin laissent reprendre à la corde son premier état.

J'ai pris une corde pour exemple, afin de rendre cette explication plus sensible ; mais on doit concevoir que la même chose arrive à tous les corps élastiques, à la différence près du plus au moins, selon la figure & la roideur de leurs parties. Ainsi la peau

d'un tambour devient alternativement concave & convexe, & la bille d'ivoire qui eſt tombée ſur un marbre, ne reprend ſa figure ſphérique qu'après avoir été quelque temps un ellipſoïde, dont le grand diametre eſt de deux fois une, horizontal & vertical. *Fig.* 15.

IV. LEÇON.

C'eſt une choſe remarquable que le même reſſort fait toutes ſes vibrations iſochrones, c'eſt-à-dire dans des temps égaux, ſoit qu'elles ſoient petites ou grandes: & l'on a occaſion d'en voir la preuve, lorſqu'on met en jeu la machine, * avec laquelle nous avons meſuré les frottements; car en comparant les vibrations du reſſort ſpiral avec les oſcillations d'une pendule à ſecondes, on remarquera très-facilement que la premiere & la trentieme ſe font dans des temps ſenſiblement égaux.

* III. *Leçon. Fig.* 9.

Il faut remarquer encore que les reſſorts tendus ſe rétabliſſent avec d'autant plus de vîteſſe, qu'il a fallu plus de force pour les tendre; ainſi quand deux lames ſeroient également élaſtiques, ſi l'une des deux eſt moins flexible que l'autre, elle fera des vi-

brations qui auront moins d'étendue, mais qui seront plus fréquentes, comme nous le ferons voir en parlant des sons.

III. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

On emploie pour cette expérience la machine qui a servi dans la précédente, *Fig.* 11 ; mais au lieu de laisser la tablette de marbre dans sa situation horizontale, on l'incline comme la ligne *AD*, & l'on avance le petit canon *C* dans sa coulisse, de façon qu'il réponde directement au point *E*.

EFFETS.

Si la balle d'ivoire tombe sur la tablette de marbre par la ligne *NE*, elle va par *EF* se loger dans une ouverture pratiquée à la piece *G*, & dont la largeur est égale à son diametre ; & l'on peut remarquer à la surface du marbre une tache qui n'est point parfaitement ronde, comme dans l'expérience précédente, mais un peu oblongue, & située de maniere que son grand diametre se trouve dans le plan de réflexion.

EXPLICATIONS.

EXPLICATIONS.

Nous avons ſuffiſamment expliqué les cauſes du mouvement réfléchi ; & l'expérience fait voir que l'angle de réflexion *A E F*, eſt preſque égal à celui d'incidence *H E D*. Je dois donc moins m'arrêter à établir l'égalité de ces angles qu'à faire connoître pourquoi celui de réflexion n'eſt pas rigoureuſement ſemblable à l'autre dans le fait. Trois cauſes concourent à le rendre plus petit : 1° La balle qui choque, & le plan qui la renvoie, n'ont point un reſſort parfait ; la réaction n'eſt donc pas complette. 2° L'air qu'il faut diviſer pour paſſer d'*E* en *F*, retarde un peu la vîteſſe du mobile ; il eſt donc plus longtemps en chemin qu'il n'y devroit être, & ce retardement donne lieu au progrès d'une troiſieme cauſe. Car 3° la peſanteur agit ſur la boule d'ivoire, tant qu'elle parcourt *E F*, & la rappelle de haut en bas. C'eſt pourquoi au lieu de décrire une droite rigoureuſe, elle parvient en *G* par une courbe dont l'extrêmité eſt un

peu plus bas que la direction de son mouvement réfléchi.

Mais si l'égalité des angles n'a jamais lieu dans l'état naturel, n'entrevoit-on pas à travers ces obstacles, qu'elle n'est pas moins une regle établie dans la nature, & fondée sur des loix généralement reconnues ?

La petite tache oblongue que l'on voit sur le marbre après le contact, est une preuve que la boule qui choque obliquement un obstacle, s'y enfonce par une ligne courbe, comme nous l'avons dit à la page 296, & qu'elle sort de cet enfoncement par une pareille ligne ; ainsi le grand diametre de la tache oblongue est représenté par la ligne *p i*, *Fig.* 10.

APPLICATIONS.

Le jeu de billard & celui de la paume sont presque entiérement fondés sur la regle que nous venons d'établir & de prouver : dans l'un c'est un mobile sphérique que l'on pousse le plus souvent contre un plan, suivant une direction oblique ou perpendiculaire ; dans l'autre c'est le plan même qu'on présente au mobi-

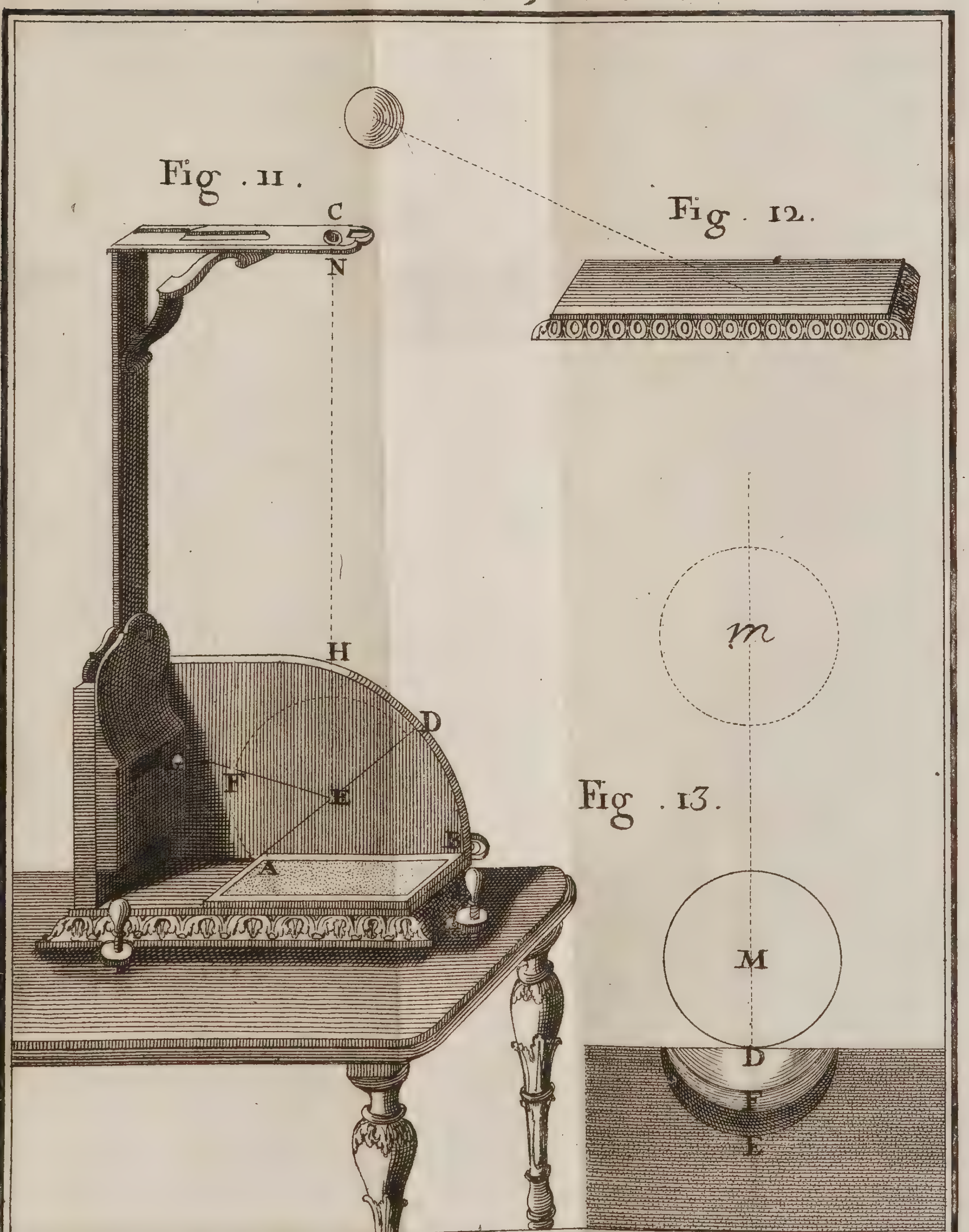
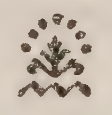


Fig. 11.
C
N
H
D
F
E
A
Fig. 12.
Fig. 13.
m
M
D
F
E

le, ſous différents degrés d'inclinaiſon ; & la principale choſe conſiſte à bien eſtimer le mouvement réfléchi, par l'angle d'incidence.

Lorſqu'un boulet de canon tiré horizontalement vient à toucher terre, il rebondit à pluſieurs repriſes, & l'on remarque ſur le terrein des traces beaucoup plus longues que profondes. C'eſt que le boulet s'enfonce & ſe releve comme la bille de notre expérience, en ſuivant deux courbes qui ſe joignent au dernier degré de l'enfoncement où naît la réflexion. Et comme ſa vîteſſe du haut en bas eſt beaucoup moindre que ſon mouvement horizontal, il parcourt une très-grande longueur dans le temps qu'il deſcend à peu de profondeur ; & delà vient la grande différence qu'on remarque dans ces deux dimenſions, lorſqu'on examine les traces dont nous parlons.



IV. LEÇON.

III. SECTION.

De la Communication du Mouvement dans le Choc des Corps.

QUOIQUE les obstacles solides qui arrêtent ou qui réfléchissent les corps qui se meuvent, n'aient leurs effets qu'en vertu du mouvement qui leur est communiqué par le mobile, & que cette communication se fasse selon les regles que nous avons à établir dans cette section, cependant nous avons cru devoir traiter séparément de cette action des corps, considérée dans les cas où la masse choquée laisse appercevoir des marques de la percussion qu'elle souffre, par un déplacement sensible de tout son volume; c'est-à-dire qu'après avoir enseigné ce qui arrive à un mobile, tant par rapport à sa vîtesse que par rapport à sa direction, de la part d'un obstacle inébranlable, ou considéré comme tel, nous allons examiner les changements dont l'une & l'autre

(la vîteſſe & la direction) ſont ſuſceptibles, quand l'obſtacle eſt déplacé ou peut l'être par le choc. Et pour procéder du plus ſimple au plus composé, nous conſidérerons premiérement les effets de la percuſſion dans les corps mols, où la réaction n'a pas lieu, pour paſſer enſuite au choc des corps à reſſort.

Nous ſuppoſons toujours, pour rendre notre théorie plus ſimple & plus facile à ſaiſir, 1° Que les corps qui ſe choquent ont un reſſort parfait, ou qu'ils n'en ont point du tout : 2° Que leur mouvement ſe fait dans un milieu ſans réſiſtance & ſans frottements ; de ſorte que la doctrine que nous allons expoſer ſeroit fauſſe, ſi les faits qu'elle annoncera ſe trouvoient exactement repréſentés par l'expérience, puiſque les empêchements dont nous faiſons abſtraction, entrent néceſſairement pour quelque choſe dans les réſultats. Ainſi nos preuves ne doivent paſſer pour juſtes que quand elles paroîtront faire un peu moins que ce qu'on en aura attendu. Si, par exemple, le corps *A*, venant heurter le corps *B*, *Fig.*

IV. LEÇON.

16, faisoit sur lui toute l'impression qu'il peut faire, en vertu du mouvement qu'il a en partant du point *a*; il auroit fait plus, puisqu'il auroit encore vaincu les frottements, la résistance du milieu, &c. Il n'exercera donc sur le corps *B*, qui est son dernier obstacle, que ce qui lui restera de force après avoir surmonté les autres; & si l'on ne tient pas compte de ce qu'il aura perdu pour vaincre ceux-ci, on ne doit pas s'attendre à un effet complet, lorsque le choc se fera en *b*.

Nous ne considérons ici que le choc direct, c'est-à-dire celui de deux corps dont les centres de gravités se trouvent dans la direction de leurs mouvements, comme dans la *Fig.* 16; & pour en rendre l'exécution plus facile, nous ferons toutes nos expériences avec des corps sphériques, que nous suspendrons à des fils fort déliés, *Fig.* 20, afin de diminuer autant qu'il est possible les frottements & la résistance de l'air: & comme nous aurons souvent besoin de connoître le degré de vîtesse de ces petits globes, nous les tiendrons suspendus à des

points fixes, autour desquels ils pourront décrire des arcs de cercles qui seront mesurés par des graduations, *Fig.* 21. Ce que nous enseignerons dans la suite touchant la pesanteur, fera connoître comment on peut par la grandeur de ces arcs régler la vîtesse des corps qui les décrivent. C'est un procédé qui a été employé avec succès par plusieurs habiles Physiciens, & sur-tout par M. Mariotte. La machine dont je me sers, & qui est représentée par la *Figure* 17, n'est autre chose que la sienne, dont j'ai étendu les usages, & que j'ai rendue plus commode.

Avant que deux corps se choquent, il y a entr'eux un espace qui doit être parcouru, ou par l'un des deux entiérement, ou en partie par l'un, & en partie par l'autre : autrement il n'y auroit point de choc. Cet espace ne peut être parcouru que dans un certain temps, & la durée de ce temps mesure la vîtesse *respective* de ces deux corps ; c'est-à-dire la vîtesse avec laquelle la distance diminue, soit que l'un des deux reste en repos, soit qu'ils se meuvent tous

IV. LEÇON.

deux dans le même ſens, ou en ſens contraires, également, plus ou moins vîte l'un que l'autre : de ſorte que ſi deux corps *A*, *B*, *Fig.* 16, diſtants de 4 pieds, ſe joignent en une ſeconde, la vîteſſe reſpective eſt la même, ſoit que *B* ſeul parcoure l'eſpace entier, ſoit qu'il rencontre *A* venant à lui au deuxieme ou au troiſieme pied, &c. pourvu que le mouvement qui les approche l'un de l'autre, ſe paſſe dans une ſeconde. Il ne faut donc pas confondre cette vîteſſe *reſpective* avec la vîteſſe *abſolue*, ou propre de chaque mobile ; car on voit par cet exemple que celle-ci peut varier dans des cas où l'autre ne changeroit point.

La vîteſſe reſpective étant donnée, il faut encore conſidérer les maſſes ; car le corps choqué oppoſe ſon inertie au corps choquant, & nous avons vu ailleurs que cette eſpece de réſiſtance ſe meſure par la quantité de matiere contenue & liée ſous le même volume. Ainſi l'on doit s'attendre que dans le choc une grande maſſe recevra moins de vîteſſe qu'une plus petite, & que pour faire prendre plus de mouvement à un même corps, il

il en faudra donner auſſi davantage au mobile qui doit le communiquer, parce que l'inertie réſiſte non-ſeulement au mouvement, mais auſſi à un plus grand mouvement, comme nous l'avons prouvé ailleurs.

Quand nous avons parlé du mouvement en général, nous nous ſommes abſtenus d'examiner la nature de cette eſpece d'être, ou de modification, parce que ces ſortes de queſtions appartiennent plutôt à la Métaphyſique, qu'à la Phyſique expérimentale. Par la même raiſon nous ne nous arrêterons pas à diſcuter de quelle maniere la vîteſſe paſſe d'un corps à l'autre. Nous nous bornerons aux faits qui peuvent être conſtatés; & en parcourant les cas les plus généraux, nous établirons par voie d'expérience des propoſitions qu'on pourra regarder comme des principes ou des loix, auxquelles on pourra rapporter d'autres effets plus détaillés, comme autant de conſéquences.

IV. LEÇON.

ARTICLE PREMIER.

Du Choc des Corps non-élastiques.

PREMIERE PROPOSITION.

Quand un corps en repos est choqué par un autre corps, la vîtesse du corps choquant doit se partager entre les deux selon le rapport des masses.

C'est-à-dire, qu'après le choc, les deux corps continueront de se mouvoir selon la direction du corps choquant; & que la vîtesse de celui-ci ayant été diminuée par la résistance de l'autre, le restant qui sera commun aux deux, doit être d'autant moindre, que le corps choqué aura plus de masse.

Ainsi le corps en repos ayant été choqué par une masse égale à la sienne, la vîtesse après le choc sera réduite à la moitié.

Il restera les deux tiers de la vîtesse, si le corps qui choque est double de l'autre.

Si c'est le corps choqué qui est double en masse, la vîtesse après le choc ne sera que le tiers de ce qu'elle

étoit auparavant : mettons ces trois cas en expérience.

PREMIERE EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

La machine qui eſt repréſentée par la *Fig.* 17, étant diſpoſée de façon que le fil à plomb ſoit parallele à la ligne *AB* ; que les deux fils de ſuſpenſion *CD*, *EF*, ſoutiennent dans une même ligne, & à même hauteur, les centres de deux boules de terre molle, qui péſent chacune 2 onces, & de maniere qu'étant en repos leurs ſurfaces ſe touchent en un point ; que la premiere graduation de chacune des deux regles mobiles *G*, *H*, ſoit vis-à-vis de chacun des fils, & qu'enfin le petit curſeur ou index *L*, ſoit placé un peu avant la troiſieme graduation de la regle *G*, & l'autre index *M*, vis-à-vis la ſixieme de l'autre regle *H*.

EFFETS.

La boule *F* portée en *M*, & abandonnée à ſon propre poids, va frapper l'autre boule *D* ; l'une & l'autre

IV. LEÇON.

s'applatiſſent également à l'endroit du contact, & après le choc elles ſe meuvent toutes deux du même côté, & le fil qui ſuſpend la boule *D*, va toucher l'index *L*.

EXPLICATIONS.

Quand la boule *F* eſt tombée par un arc de ſix degrés, ſi elle ne trouvoit point d'obſtacles, elle remonteroit dans la partie oppoſée, par un arc ſemblable. C'eſt une choſe dont on peut s'aſſurer en ôtant de ſon chemin la boule *D*, & nous en dirons la raiſon en expliquant les phénomenes de la peſanteur. Ainſi lorſqu'en venant du point *M*, elle ſe trouve en *F*, ſon mouvement alors eſt tel qu'il peut élever ſa maſſe de deux onces dans un arc de ſix degrés. Mais une force qui peut tranſporter une maſſe de deux onces à ſix degrés de diſtance dans un temps donné, ne peut porter qu'à la moitié de cette diſtance une maſſe double en pareil temps. Or quand la boule *F* rencontre la boule *D*, qui ne lui permet de paſſer outre qu'en l'emportant avec elle, c'eſt une vîteſſe de

6 degrés appliquée à une masse de 4 onces, & l'une & l'autre ensemble doivent cesser de se mouvoir, après avoir parcouru seulement trois degrés, comme l'expérience le fait voir.

Il se fait dans le temps du choc un applatissement aux deux boules; & dans le cas présent cet applatissement est égal de part & d'autre; ces deux faits méritent d'être observés & expliqués.

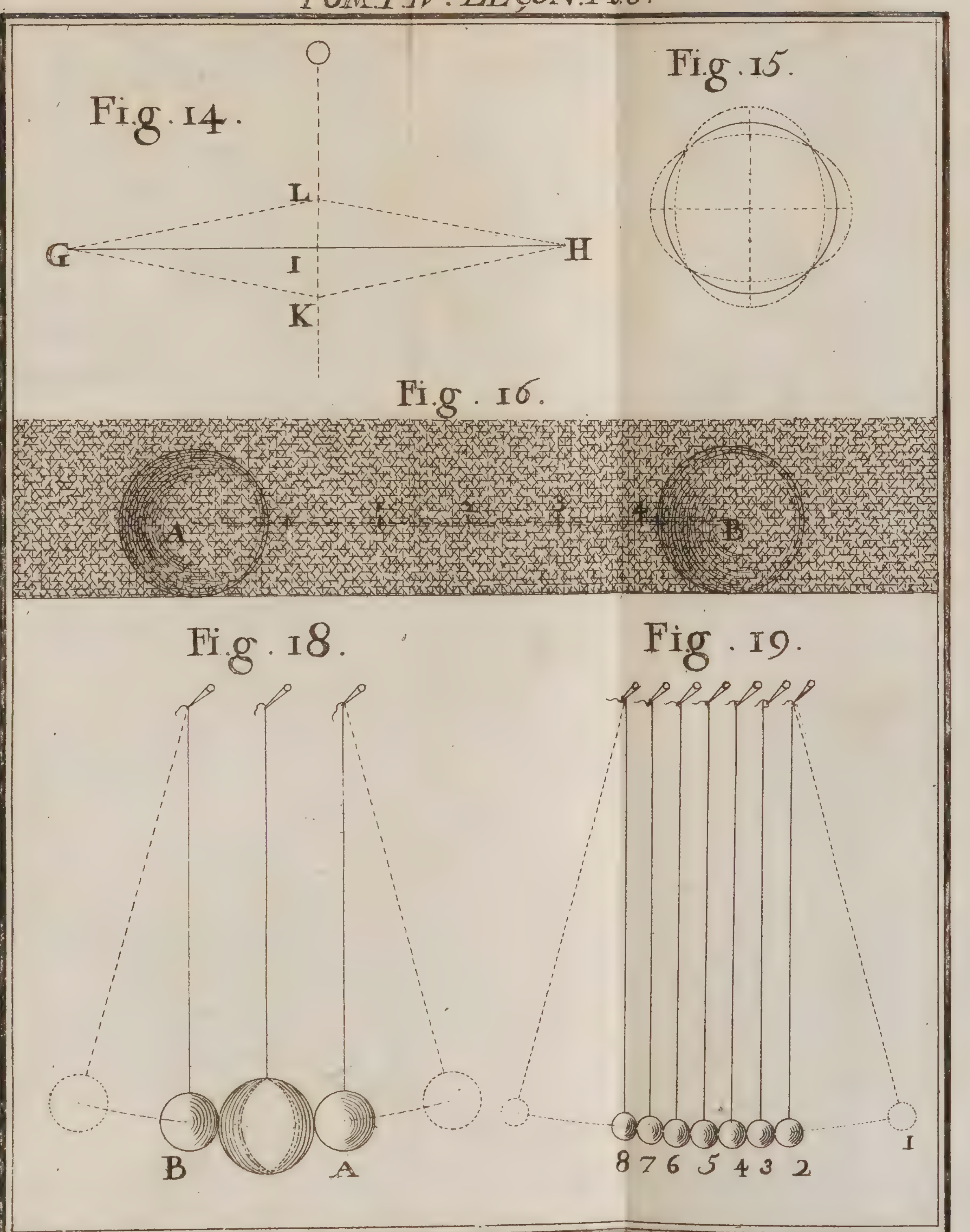
Nous avons déjà dit que rien ne se fait avec précision, & par saut, dans la nature; & que les effets les plus prompts, & qui paroissent instantanés à nos sens, ne sont jamais produits que dans un temps fini, c'est-à-dire, dans un temps dont la durée n'est pas la plus courte qu'on puisse imaginer. Lorsque les deux boules commencent à se toucher, les parties les plus avancées de la boule choquante ont déjà perdu une partie de leur vîtesse, pendant que le centre & les parties les plus reculées ont encore toute la leur; ce n'est donc qu'après quelques instants (fort courts à la vérité) que cette masse rallentie

IV. LEÇON.

prend une vîteſſe également retardée dans toutes ſes parties. Mais ſi les parties d'un corps ſe meuvent plus vîte les unes que les autres, leur poſition relative, ou (ce qui eſt la même choſe) la figure du corps doit être changée. L'applatiſſement de la boule *F* eſt donc l'effet & une preuve de ſa vîteſſe retardée ſucceſſivement en pluſieurs temps.

On doit dire la même choſe de la boule choquée : elle ne paſſe pas toute en un même inſtant de ſon état de repos à trois degrés de vîteſſe ; les parties immédiatement expoſées au choc, ſe meuvent & plutôt & plus vîte que le centre & l'hémiſphere qui eſt au-delà ; & ces déplacements ſucceſſifs occaſionnent une introceſſion de matiere qui change la figure.

Mais ces applatiſſements dans l'une & dans l'autre boule, ſont cauſés par l'inertie qui s'oppoſe au changement d'état de chacune d'elles ; & cette inertie eſt égale à la maſſe : ainſi dans le choc de deux corps, dont les poids ſont égaux & de même matiere, les applatiſſements doivent auſſi ſe faire également de part & d'autre.


Fig. 14.
L
G
H
I
K
Fig. 15.
Fig. 16.
A
1
2
3
4
B
Fig. 18.
B
A
Fig. 19.
8 7 6 5 4 3 2
1

[illegible]

II. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

On fait la boule *D* de 4 onces, la boule *F* de 2 onces : on laiſſe la premiere en repos, & l'on donne à l'autre 6 degrés de vîteſſe, le reſte étant diſpoſé comme dans l'expérience précédente.

EFFETS.

Après le choc, les deux boules continuant de ſe toucher parcourent enſemble deux eſpaces de l'échelle, & l'applatiſſement de part & d'autre eſt plus grand que dans le cas précédent.

EXPLICATIONS.

La boule *F* en deſcendant de 6 eſpaces reçoit 6 degrés de vîteſſe, c'eſt-à-dire, qu'elle peut porter ſon propre poids l'eſpace de 6 degrés vers les parties oppoſées. Mais ce poids étant augmenté de deux tiers en ſus par la rencontre de la boule *D*, qu'elle emporte avec elle, ſa force ne ſuffit plus que pour un tiers de l'eſpace qu'elle auroit parcouru ſi

rien ne s'étoit opposé à son passage.

Quant à l'applatissement, il doit être d'autant plus grand, que le corps choqué a résisté plus long-temps à son déplacement; puisque, comme nous l'avons dit, c'est cette résistance qui interrompt l'uniformité de vîtesse dans les parties de chaque boule: or dans le cas présent, la boule *D* résiste une fois plus que n'auroit fait une boule de deux onces. Il y a donc eu lieu à l'enfoncement d'un plus grand nombre de parties.

III. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Dans cette expérience on procede comme dans les deux autres; excepté seulement qu'on donne à la boule *D*, qui est en repos, deux onces de masse, & quatre onces à la boule *F* que l'on fait mouvoir avec 6 degrés de vîtesse.

EFFETS.

Les deux boules unies après le choc parcourent quatre espaces; & les applatissements sont moins forts que dans les deux cas précédents.

EXPLICATIONS.

Ce que nous avons dit pour expliquer les deux expériences précédentes, suffit pour rendre raison de celle-ci. Il faut toujours considérer les deux boules après le choc, comme ne faisant qu'une même masse ; & l'on doit faire attention aussi que 6 degrés de force, qui pouvoient porter une masse de 4 onces dans un espace de 6 degrés, n'en peuvent pas transporter une de 6 aussi loin. Si la résistance de 4 onces devoit consumer toute la force après cet espace parcouru, un tiers d'augmentation au poids doit aussi diminuer le tiers de l'espace, & par conséquent au lieu de 6 degrés qu'auroit parcourus la boule *F* toute seule & sans obstacle, étant jointe à la boule *D* qu'elle a mise en mouvement, elle n'en peut plus parcourir que 4.

Mais comme la boule *D*, qui ne pese que deux onces, a moins résisté que lorsqu'elle en pesoit quatre ou trois, elle a moins donné lieu à l'enfoncement de ses parties, & réciproquement elle a moins retardé les par-

ties antérieures de la boule *F*; car on conçoit aiſément que ſi elle prenoit tout d'un coup, & dans un inſtant indiviſible, toute la vîteſſe qui lui doit être communiquée, il n'y auroit aucun applatiſſement de part ni d'autre, puiſqu'elle fuiroit devant la boule *F* dès l'inſtant du contact, avec une vîteſſe égale à celle du corps choquant, ce qui la feroit échapper à ſon action.

APPLICATIONS.

Puiſque dans le choc où l'un des deux corps eſt en repos, la vîteſſe du corps choquant diminue à proportion de la maſſe du corps choqué, on doit en tirer cette conſéquence, que le mouvement doit être inſenſible après le choc, ſi celui qui eſt en repos, eſt infiniment plus grand que celui qui vient le frapper; & c'eſt par cette raiſon, ſans doute, qu'un boulet de canon paroît avoir perdu tout ſon mouvement, quand on l'a tiré contre un rempart, ou contre une groſſe tour; car la vîteſſe qui lui reſte après le coup eſt à celle qu'il a communiquée, comme ſa maſſe eſt à cel-

le de l'obſtacle qu'il a frappé, c'eſt-à-dire, comme une quantité infiniment petite à une quantité infiniment grande. IV. Leçon.

C'eſt auſſi en conſéquence de ce principe, que l'on dit que la plus groſſe maſſe eſt toujours déplacée, (quoiqu'infiniment peu) par la percuſſion du plus petit corps. Mais je ne vois pas qu'on ſoit obligé d'admettre cette propoſition comme une ſuite néceſſaire de la loi que nous venons d'établir, à moins qu'on ne ſuppoſe le corps choqué abſolument inflexible; autrement, s'il eſt auſſi grand qu'on peut l'imaginer, ſa réſiſtance ſera aſſez durable pour conſumer toute la vîteſſe ſenſible du mobile par l'introceſſion des parties occaſionnée par le choc.

Les expériences que nous venons de rapporter, nous apprennent auſſi pourquoi en général tous les corps ſe rompent, ou perdent plutôt leur figure en heurtant contre des obſtacles inébranlables, que lorſqu'ils en rencontrent de mobiles. Une chaloupe ſe briſe contre un rocher, & elle ne périt point par le choc d'une au-

IV. LEÇON.

tre chaloupe qu'elle rencontre en repos. C'eſt que le rocher ne cédant que peu ou point au mouvement de la chaloupe, les parties de celle-ci qui commencent le choc, ont déjà perdu toute leur vîteſſe, pendant que les autres ont encore toute la leur. Il ſe fait donc un changement de figure, les pieces ſont contraintes & ſe rompent, ſi le choc eſt aſſez violent; au lieu que ſi le bateau rencontre un corps flottant qui obéiſſe à ſon impulſion, les parties expoſées au choc ne ſont point entiérement arrêtées, & les autres ſont peu à peu retardées comme elles.

Les ouvriers qui travaillent du marteau diſent que le coup porte à faux quand la matiere qu'ils travaillent lui échappe, ſoit parce qu'elle n'eſt pas ſuffiſamment ſoutenue, ſoit parce que l'inſtrument eſt mal dirigé : & le forgeron ſe plaint avec raiſon d'une enclume trop légere, ou qui eſt placée ſur un plancher peu ſolide; car alors le fer qu'il travaille, cédant avec ſon point d'appui, le coup n'a point tout ſon effet, comme il l'auroit ſi l'enclume

plus ferme tenoit dans un parfait repos le côté du fer qui la touche, pendant que le marteau frappe ſur l'autre.

Le jeu du mail a tant de rapport à notre premiere propoſition ſur le choc des corps, & aux expériences que nous avons employées pour la prouver, qu'il eſt preſqu'inutile d'en faire ici l'application. Pour peu qu'on y faſſe attention, on verra bientôt ſur quoi ſont fondées les proportions qu'il faut mettre entre la maſſe du mail & la boule ; comment l'un, au moyen d'un long manche, reçoit du joueur une très-grande vîteſſe ; pourquoi, & dans quel rapport, une partie de cette vîteſſe eſt communiquée à l'autre, &c.

II. PROPOSITION.

Quand deux corps qui ſe meuvent du même ſens avec des vîteſſes inégales, viennent à ſe heurter, ſoit que leurs maſſes ſoient égales, ou non, ils continuent de ſe mouvoir enſemble & dans leur premiere direction, avec une vîteſſe commune, moins grande que celle du corps cho-

quant, mais plus grande que celle du corps choqué, avant la percussion.

IV. LEÇON.

Dès qu'on ſuppoſe que les deux corps ſe meuvent dans le même ſens, il faut néceſſairement que celui qui précede aille moins vîte que l'autre pour être choqué : car s'ils alloient tous deux avec des vîteſſes égales, il eſt évident qu'ils ne s'approcheroient point, & par conſéquent il n'y auroit point de choc. Quand le corps qui a le plus de vîteſſe rencontre celui qui en a moins, la lenteur de l'un fait obſtacle à l'autre ; mais cet obſtacle eſt mobile, & il doit partager l'excès de vîteſſe du corps choquant, à raiſon de ſa maſſe, comme on l'a fait voir ci-deſſus. Les expériences qui ſuivent, feront connoître dans quel rapport la vîteſſe eſt retardée dans l'un & accélérée dans l'autre.

PREMIERE EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Il faut faire les boules *D* & *F* du poids de 2 onces chacune, & les laiſſer tomber en même temps, l'une par

un arc de 3 degrés, & l'autre par un arc de 6, pris du même côté.

EFFETS.

Ces deux boules se joignent à l'endroit où leurs fils de suspension se trouvent perpendiculaires à l'horizon : il se fait à l'une & à l'autre un petit applatissement, après quoi elles continuent de se mouvoir ensemble du même côté, & remontent un arc de 4 degrés $\frac{1}{2}$.

EXPLICATIONS.

La boule *F* ayant 6 degrés de vîtesse propre contre 3, s'est approchée de la boule *D* avec une vîtesse respective, qui étoit 3 excès de 6 sur 3. Nous dirons ailleurs pourquoi lorsque leur mouvement se fait dans des arcs du même cercle, quoiqu'inégaux, les deux boules se choquent précisément à l'endroit le plus bas de leur chûte.

Quant aux enfoncements des parties qui se touchent dans le choc, ils doivent être proportionnels à la vîtesse respective, qui est moindre que la vîtesse absolue ou propre de

IV. LEÇON.

la boule choquante, dans le cas présent, où la boule choquée qui se meut du même sens, échappe en partie à son effort.

Enfin les deux boules remontent ensemble un arc de 4 degrés $\frac{1}{2}$; c'est-à-dire, que leur vîtesse commune comparée à celle de la boule *F* avant le choc, se trouve diminuée d'un quart; & c'est à quoi l'on devoit s'attendre : car le corps choquant ayant 6 degrés de vîtesse, & rencontrant un autre corps d'une masse égale à la sienne qui n'en a que 3, doit en perdre autant qu'il faut qu'il en communique à l'autre pour le mettre en état d'aller aussi vîte que lui : or l'égalité des masses exige qu'il lui en donne 1 & $\frac{1}{2}$, qui est la moitié de 3, différence des deux vîtesses avant le choc : & 1 & $\frac{1}{2}$ ôté de 6 & ajouté à 3, fait qu'il se trouve 4 & $\frac{1}{2}$ dans l'un, & autant dans l'autre.

II. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Cette expérience se fait comme la premiere, avec cette différence que

que la boule *D* pese 4 onces, & la boule *F* 2 onces : les vîtesses restant dans le rapport de 3 à 6.

IV. LEÇON.

EFFETS.

Après le choc les deux boules continuent de se mouvoir ensemble : les applatissements sont plus grands que dans l'expérience précédente, & l'arc qu'elles parcourent est de 4 degrés.

EXPLICATIONS.

Tout ce que nous avons dit pour expliquer la premiere expérience, suffit pour faire entendre celle-ci, il ne s'agit que d'appliquer les mêmes raisons en gardant les proportions. L'excès de vîtesse dans la boule *F* avant le choc étoit 3, qui a dû diminuer des deux tiers par la résistance de la boule *D*, dont la masse est double : ainsi après le choc il a dû se trouver 4 degrés de vîtesse, puisque de 6 qui étoient dans le corps choquant, il ne s'en est perdu que 2, par l'action qui a rendu la vîtesse uniforme dans les deux boules.

Les applatissements ont été plus

IV. LEÇON. grands que dans la premiere expérience, parce que la résistance du corps choqué a été plus forte ; c'est ce que l'on reconnoîtra d'abord, si l'on fait attention que la boule *D* étant de 4 onces, a consumé un tiers de la vîtesse du corps choquant, au lieu qu'étant seulement de 2 onces dans le cas précédent, elle n'en a consumé que le quart.

III. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

On donne à la boule *D* 2 onces de masse, à la boule *F* 4 onces, & l'on met les vîtesses dans le rapport de 9 à 3.

EFFETS.

La boule *D*, après le choc, est emportée par la boule *F*, de sorte qu'elles parcourent ensemble un arc de 5 graduations ; & les applatissements sont moindres que dans les deux expériences précédentes.

EXPLICATIONS.

La boule *F* partageant son excès

de vîteſſe qui eſt 3, avec une maſſe qui eſt moitié moins grande que la ſienne, en retient les deux tiers; les deux maſſes jointes enſemble après le choc, doivent donc repréſenter 6 degrés de vîteſſe, moins un, que la réſiſtance du corps choqué a retranché, avant que de prendre un mouvement uniforme à celui du corps choquant.

Les applatiſſements ont été moins grands que dans les cas précédents, parce que la réſiſtance a été moins forte de la part du corps choqué; car 2 onces de maſſe réſiſtent moins à 4 onces, que 4 à 2, ou 2 à 2, les vîteſſes étant toujours en même rapport.

APPLICATIONS.

Il eſt aiſé de voir par les expériences de la ſeconde propoſition, qu'après le choc de deux corps, dont l'un va plus vîte que l'autre dans la même direction, les vîteſſes propres, pour devenir uniformes, changent, dans l'un de plus en moins, & dans l'autre de moins en plus; puiſque celle du corps *D* a toujours été augmen-

IV. LEÇON.

tée, & que celle du corps *F* au contraire a toujours souffert quelque diminution. C'est ainsi qu'un bateau qui obéit à l'impulsion des rames, reçoit un accroissement de vîtesse, en retardant celle d'un volume d'air agité, dans la direction duquel on le mene; il va moins vîte que le vent, mais son mouvement est toujours plus prompt que s'il n'alloit qu'à force de bras.

Le vol le plus rapide, la course la plus légere, n'empêche pas que le plomb du chasseur ne frappe la piece de gibier qui fuit devant lui; mais à égale distance le coup est moins sûr que si l'animal étoit posé, ou qu'il vînt en sens contraire: & l'on sait qu'un lievre, un chevreuil, &c. tiré en flanc, est plus facilement arrêté, que quand il fuit devant le coup. Une des raisons qu'on en peut donner, c'est qu'alors la vîtesse respective du plomb est plus grande, parce que l'animal se meut dans une direction qui ne l'éloigne que peu ou point du chasseur, & qu'à cet égard il est comme fixe. Nous avons vu par les expériences de la premiere proposition

qu'en pareil cas, le choc est plus grand.

III. PROPOSITION.

Si les deux corps qui doivent se choquer, se meuvent en sens directement contraires, le mouvement périra dans l'un & dans l'autre, ou au moins dans l'un des deux: s'il en reste après le choc, les deux corps iront du même sens; & la quantité de leur commun mouvement sera égale à l'excès de l'un des deux avant le choc.

C'est-à-dire, que dans le cas où les deux mouvements seroient égaux avant le choc, les deux mobiles seroient réduits au repos. Et si l'un des deux avant le contact en avoit davantage, il ne resteroit après la percussion que la quantité excédente, qui seroit le mouvement commun des deux corps. Deux expériences mettront ceci en évidence.

PREMIERE EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

La boule *D* pesant 2 onces, & la boule *F* autant, on éleve l'une par

IV. LEÇON.
un arc de 6 degrés d'une part, & l'autre par un arc ſemblable du côté opposé, & on les laiſſe tomber en même temps.

EFFETS.

Ces deux corps ſe rencontrent au lieu le plus bas de leur chûte, où ils demeurent en repos; & leurs applatiſſements ſont plus grands que dans le cas où la boule *F* eſt tombée par un arc ſemblable contre *D* en repos, ou qui fuyoit devant elle.

EXPLICATIONS.

Dans cette expérience la quantité du mouvement eſt égale de part & d'autre; car dans l'une & dans l'autre boule, avant le choc, on compte 6 degrés de vîteſſe multipliés par 2 onces de maſſe. Deux corps qui ſe rencontrent allant en ſens contraires, ſe font réciproquement réſiſtance; ici de part & d'autre la force ou la puiſſance eſt retenue en équilibre par une réſiſtance égale, & cet équilibre fait naître le repos dans les deux mobiles.

Les applatiſſements ſont plus grands qu'ils n'ont été dans les expériences

des deux premieres propoſitions, où nous avons toujours donné 6 degrés de vîteſſe au corps choquant; mais il faut faire attention que dans celle-ci la vîteſſe reſpective d'où dépend la force du choc, eſt doublée ou plus que doublée. Car lorſque la boule *D* étoit en repos avant le choc, la vîteſſe reſpective de *F* n'étoit autre choſe que ſa vîteſſe propre, c'eſt-à-dire 6, ou moins que 6, lorſque la boule *D* fuyoit devant elle : ici les deux boules ayant chacune 6 degrés de vîteſſe propre en allant l'une vers l'autre, la vîteſſe reſpective eſt 12; c'eſt-à-dire, que l'eſpace qui les ſépare avant le choc, eſt parcouru en une fois moins de temps.

II. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

On fait mouvoir les deux boules *D* & *F* l'une vers l'autre, comme dans l'expérience précédente, & l'on met leurs quantités de mouvement dans le rapport de 12 à 24, en doublant la maſſe ou la vîteſſe de *F*.

IV. Leçon.

EFFETS.

Les deux boules, après le choc, continuent de se mouvoir dans la direction d'*F* avec 2 degrés de vîtesse, si l'on a doublé le mouvement par la masse, ou avec 3, si c'est par la vîtesse.

EXPLICATIONS.

Si les 24 degrés de mouvement de la boule *F* lui viennent de 4 onces de masse & de 6 degrés de vîtesse, lorsqu'elle rencontre la boule *D* venant contr'elle avec 12 degrés de mouvement, produit de 2 onces par 6 de vîtesse, elle oppose sa double masse & la moitié de sa vîtesse pour l'arrêter, & cela suffit; car 3 de vîtesse multipliant 4 de masse, égale tout le mouvement de la boule *D* qui est 12; il reste donc à la boule *F* 3 degrés de vîtesse, avec lesquels elle continue d'agir sur *D*, qu'on doit considérer comme en repos immédiatement après le contact. Mais elle ne peut mouvoir un corps en repos qu'en lui communiquant de la vîtesse aux dépens de la sienne, & nous

avons

avons vu que cette communication ſe fait en raiſon des maſſes ; comme la boule *D* n'a que 2 onces de maſſe, contre 4, la boule *F* ne perd qu'un tiers de la vîteſſe qui lui reſte ; ainſi la vîteſſe commune après le choc eſt 2 pour deux maſſes, qui priſes enſemble égalent 6 onces.

On voit donc 1° que le mouvement qui reſte après le choc, eſt égal à la différence des deux quantités avant le choc ; car 12 eſt l'excès de 24 ſur 12 : 2° que cette différence diviſée par la ſomme des maſſes, donne la vîteſſe commune après le choc ; car 12 diviſé par 6, ſomme de 2 & de 4 onces, donne deux de vîteſſe, comme l'expérience l'a repréſenté.

On trouveroit la même choſe, ſi l'on avoit doublé le mouvement de la boule *F*, en doublant ſa vîteſſe propre. Car alors pour arrêter la boule *D* qu'on ſuppoſe avoir 12 degrés de mouvement, & égale en maſſe, elle perdroit ſix degrés de vîteſſe ; & pour l'emporter avec elle, il faudroit qu'elle lui en communiquât encore 3, de 6 qui lui reſtent. Après le choc, il reſteroit donc 3 degrés de vîteſſe

IV. LEÇON.

commune à 4 onces de masse, somme des deux boules, & par conséquent la quantité de mouvement seroit toujours 12, différence de 24 à 12.

APPLICATIONS.

Ces dernieres expériences font connoître en général, pourquoi il faut employer plus de force pour repousser un mobile dans un sens contraire à son mouvement, que pour l'arrêter simplement, car non-seulement il faut employer une force équivalente à la sienne, pour vaincre son premier mouvement; mais il faut encore ajouter toute celle qui est nécessaire, pour lui en faire reprendre un autre. C'est pourquoi l'on fait plus d'effort pour faire rétrograder une boule qui roule sur un plan, que pour la fixer en s'opposant à son passage. Mais nous avons vu en même-temps que l'effort d'un mobile qui vient contre un autre, peut croître, & par la vîtesse, & par la masse. On ne doit donc pas être surpris que les joueurs de paume trouvent quelquefois le battoir ou la raquette trop lé-

gere ; puiſqu'en ſuppoſant le coup frappé avec la même vîteſſe, ſon effet doit être moins grand, ſi la maſſe avec laquelle il eſt porté, eſt plus foible.

COROLLAIRE.

Il ſuit des deux premieres ſuppoſitions & des expériences qu'on a employées pour les prouver : 1° Que quand les mouvements ne ſont point réciproquement oppoſés, les deux maſſes réunies après le choc repréſentent la même quantité de mouvement qui ſubſiſtoit dans l'une d'elles, ou dans toutes les deux avant le contact. Prenons la premiere expérience de la premiere propoſition pour exemple.

Avant le choc, tout le mouvement réſidoit dans la boule *F*, & ſa quantité étoit 12, produit de 6 degrés de vîteſſe par 2 onces de maſſe. Après le choc, la quantité du mouvement dans les deux boules réunies eſt encore 12, produit de 4 onces de maſſe par 3 de vîteſſe commune. On peut aiſément appliquer ce calcul aux autres expériences, & l'on trouvera toujours la même choſe.

IV. LEÇON.

De cette premiere conséquence, il en naît une autre, c'est que si l'on connoît la vîtesse commune après le choc, on peut connoître quelle est la somme des masses; & réciproquement la somme des masses fera connoître la vîtesse commune. Prenons pour exemple la premiere expérience de la seconde proposition.

La somme des mouvements avant le choc, étoit 18, savoir 12, produit de 2 onces par 6 de vîtesse, & 6, produit de 2 onces par 3 de vîtesse. Selon la premiere conséquence, après le choc, les deux masses doivent représenter ensemble une quantité de mouvement qui égale 18. Je sais que la masse totale est 4 onces; je divise 18, quantité du mouvement, par 4, somme des masses, & j'ai 4 $\frac{1}{2}$ pour la vîtesse commune.

De même je sais que la vîtesse commune est 4 $\frac{1}{2}$; je connois que la somme des masses est 4, en divisant 18 par 4 $\frac{1}{2}$.

Enfin l'on voit par la troisieme proposition, 1° que quand les corps se heurtent en sens contraires, il périt une partie du mouvement; 2° que

l'on peut juger, comme dans les autres cas, par la vîteſſe commune après le choc, & par le rapport des maſſes, quelles ont été les vîteſſes propres avant le choc; ou bien, quel eſt le rapport des maſſes, par la comparaiſon de la vîteſſe commune, avec les vîteſſes propres.

ARTICLE II.

Du Choc des Corps à reſſort.

DANS toutes les expériences qui ont ſervi de preuves aux propoſitions énoncées ſur le choc des corps non-élaſtiques, nous avons toujours obſervé deux effets principaux; ſavoir, une communication de mouvement du corps choquant au corps choqué, & un changement de figure ou applatiſſement à l'un & à l'autre à l'endroit du contact. Ces deux effets ont une cauſe commune, qui eſt la percuſſion; c'eſt par cette action que la vîteſſe ſe tranſmet, & ſe diſtribue uniformément entre les deux maſſes: mais pendant que cette répartition ſe fait entre les deux corps, leurs figures changent, & l'applatiſ-

IV. Leçon.

ſement qui en réſulte, dépend particuliérement de la réſiſtance plus ou moins longue du corps choqué : c'eſt pourquoi, quand bien même la vîteſſe reſpective ſeroit toujours la même, la grandeur des applatiſſements varieroit toujours, ſuivant le rapport des maſſes qui ſe choquent, comme on a pu le remarquer par les expériences précédentes.

Dans le choc des corps à reſſort, la nature ſuit toujours les mêmes loix qu'elle s'eſt preſcrites, & que nous avons reconnues dans la percuſſion des corps non-élaſtiques : mais comme les parties enfoncées par le choc ſe rétabliſſent avec la même vîteſſe qu'elles ont été déplacées, ce dernier effet qui ſe mêle à celui du mouvement communiqué par le choc, apporte beaucoup de changement aux réſultats.

Il faudra donc ſoigneuſement diſtinguer deux ſortes de mouvements dans la percuſſion des corps élaſtiques, l'un qui eſt indépendant du reſſort, & que nous nommerons *mouvement primitif* ; l'autre qui naît de la réaction des corps applatis ou com-

primés dans le choc, & que nous appellerons *mouvement de ressort*, *mouvement réfléchi*, ou simplement *réaction*. IV. LEÇON.

PREMIERE PROPOSITION.

Quand un corps à ressort va frapper un autre corps à ressort qui est en repos, ou qui se meut du même sens que lui, celui-ci après le choc se meut dans la direction du corps qui l'a frappé, & avec une vîtesse composée de celle qui lui a été donnée immédiatement, ou par communication, & de celle qu'il acquiert par sa réaction après le choc; & le corps choquant dont le ressort agit en sens contraire, perd en tout ou en partie ce qu'il avoit gardé de sa vîtesse premiere: & si son mouvement réfléchi excede le restant de sa vîtesse premiere, il rétrograde suivant la valeur de cet excès.

Ces expressions générales s'entendront mieux, si nous en faisons des applications. Supposons donc que les masses soient égales; en conséquence de cette premiere proposition, je dis qu'après le choc, celui des deux corps qui étoit en repos, recevra, tant par communication que par sa réaction, une quantité de mou-

IV. LEÇON.

vement égale à celle qu'avoit l'autre corps avant la percussion ; & que celui-ci sera réduit au repos par son ressort, qui détruira le reste de sa vîtesse primitive.

Si l'on suppose les masses inégales, & que le corps choqué soit le plus petit, tous deux après le choc iront dans la direction du corps choquant ; mais celui-ci aura moins de vîtesse que l'autre.

Enfin si le corps choqué a plus de masse que l'autre, il ira seul dans la direction du corps choquant, & celui-ci retournera en arriere.

Réalisons ces trois suppositions par autant d'expériences qui serviront de preuves à notre premiere proposition, & aux conséquences que nous en tirerons. Nous employons des boules d'ivoire bien rondes, que l'on suspend à des fils comme celles de terre molle, & avec la même machine.

PREMIERE EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

La boule *D* en repos, pese 2 on-

ces ; la boule *F* qui eſt égale, deſcend par un arc de 6 degrés.

EFFETS.

Après le choc, la boule *F* demeure en repos à l'endroit du contact, & la boule *D* parcourt un arc de 6 degrés dans la partie oppoſée ; ce qui fait voir que le corps choqué a reçu une vîteſſe égale à celle du corps choquant.

EXPLICATIONS.

La boule *F* ayant rencontré la boule *D* en repos, lui a communiqué la moitié de ſa vîteſſe, à cauſe de l'égalité des maſſes, & elle en a gardé 3 par la même raiſon, pour continuer de ſe mouvoir dans la même direction. Tel ſeroit l'effet total de cette percuſſion, ſi les boules n'avoient point de reſſort, comme on l'a vu par la premiere expérience de l'article premier. Mais à cauſe de l'élaſticité, la boule *D* comprimée ou applatie, ſe rétablit en s'appuyant contre la boule *F* ; ce qui fait que cette réaction la porte en avant, avec autant de vîteſſe qu'elle a été compri-

IV. LEÇON.

mée. Or cette vîtesse est la moitié de celle qui a fait rencontrer les deux boules, c'est-à-dire, 3 degrés. Ainsi après le choc la boule *D* se meut avec 6 degrés de vîtesse ; savoir 3 qu'elle a reçus par communication, & 3 qui lui viennent de sa réaction.

La boule *F* a gardé 3 degrés de sa vîtesse primitive ; mais sa réaction qui est égale se fait en sens contraire, & la réduit au repos.

II. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

La boule *D* étant de 2 onces, & la boule *F* de 4 onces, on donne à celle-ci 6 degrés de vîtesse, l'autre étant en repos.

EFFETS.

Après le choc, la boule *D* parcourt 8 espaces dans la direction de la boule *F*, & celle-ci continue de se mouvoir du même côté, & parcourt 2 espaces.

EXPLICATIONS.

Il faut considérer d'abord le mou-

vement communiqué en raiſon des maſſes indépendamment du reſſort, & voir enſuite ce que la réaction ajoute à ce premier effet, ou ce qu'elle en diminue.

Si les boules n'étoient point élaſtiques, *F* de 4 onces rencontrant *D* de 2 onces en repos, ne perdroit que 2 degrés de vîteſſe des 6 qu'elle a, & les deux maſſes s'en iroient du même côté avec le mouvement commun, dont la vîteſſe ſeroit 4, comme nous l'avons vu ci-deſſus. * Mais après le choc, il y a réaction réciproque entre les deux boules à cauſe de leur élaſticité; & cette réaction eſt égale à 4 degrés de vîteſſe communiquée, qui ont cauſé la compreſſion. Il faut donc regarder cette réaction comme une force qui ſe déploie entre les deux boules pour les repouſſer de part & d'autre; elle concourt avec le mouvement communiqué à la boule *D*, & elle l'augmente de moitié. Elle tend au contraire à détruire celui qui reſte à la boule *F*; mais il faut faire attention que cette derniere maſſe eſt de 4 onces, double de l'autre, & que la

* *I. Préparation. III. Expérience.*

IV. LEÇON.

réaction qui peut faire avancer deux onces de 4 eſpaces, n'en peut faire rétrograder que 2 à un poids qui eſt double : ainſi la boule *F*, malgré ſa réaction, avance encore 2 graduations après le choc, en vertu de ſon mouvement primitif.

III. EXPÉRIENCE.

Préparation.

La boule *F* de 2 onces va frapper, avec 6 degrés de vîteſſe, la boule *D* en repos qui peſe 4 onces.

Effets.

Après le choc, la boule *D* parcourt 4 eſpaces dans la direction de la boule *F*, & celle-ci retourne de deux eſpaces en arriere.

Explications.

La réſiſtance de la boule *D* contre la boule *F*, a réduit la vîteſſe premiere de 6 à deux, en vertu de ſa double maſſe ; mais les deux degrés de vîteſſe qu'elle a reçus par communication, ont occaſionné une réaction de même valeur ; ce qui fait qu'elle par-

court 4 eſpaces en avant. La même réaction agiſſant ſur *F*, qui ne peſe que 2 onces, a dû produire un effet double, c'eſt-à-dire qu'en vertu de ſon reſſort, elle parcouroit 4 eſpaces en arriere ; mais elle a gardé deux degrés de ſa premiere vîteſſe : cet effet ſe réduit donc à moitié, elle n'en parcourt que 2.

APPLICATIONS.

On a pu remarquer par les réſultats des trois expériences que nous venons de rapporter en preuves de notre premiere propoſition, que le mouvement de réaction double toujours celui que le corps choqué acquiert par communication. Car lorſque la boule *D* en vertu du mouvement primitif de *F*, n'auroit dû avoir que 2, 3, ou 4 degrés de vîteſſe, on a vu qu'elle en avoit 4, 6 ou 8.

On a dû obſerver encore que cette même réaction qui double le mouvement du corps choqué pour aller en avant, tend avec autant de force à repouſſer le corps choquant en arriere ; mais que ce dernier effet diminue comme la maſſe augmente. Car,

IV. LEÇON.

par exemple, lorſqu'en vertu de cette force la boule *D* de 2 onces recevoit 4 degrés de vîteſſe en avant, la boule *F* de 4 onces n'en recevoit que 2 en arriere.

Ces deux obſervations feront comprendre la raiſon de pluſieurs effets qu'on a tous les jours ſous les yeux, & qu'on auroit peine à expliquer, ſi l'on ignoroit ces principes.

Tous les Artiſtes qui travaillent en chambre ſur des enclumeaux, ou ſur des tas d'acier, comme les Planeurs, Orfevres, Horlogers, &c. ne manquent pas d'amortir les coups par un rouleau de nattes, ou choſes équivalentes, ſur quoi ils établiſſent le billot qui porte l'inſtrument. Sans cette précaution une grande partie de la force imprimée par le marteau ſeroit tranſmiſe au plancher, & cauſeroit des ébranlements préjudiciables à la charpente.

C'eſt par de ſemblables raiſons que l'on conſtruit de briques les remparts des places fortifiées : ſi on les faiſoit de grais ou de quelqu'autre pierre dure, les coups de canon venant à frapper ces corps élaſtiques, tranſ-

mettroient leur mouvement à une plus grande profondeur, & causeroient plus de dommage.

Les effets qui résultent de la réaction réciproque de deux corps élastiques qui sont comprimés par le choc, seroient les mêmes, si ces deux corps, abstraction faite de leur ressort, avoient pressé entr'eux une troisieme matiere capable de se rétablir ; comme si, par exemple, un anneau d'acier, *Fig.* 18, étoit frappé de part & d'autre, en même-temps par deux boules *A* & *B*, suspendues à des fils ; cet anneau comprimé par le double choc, repousseroit en se rétablissant les deux corps qui l'auroient choqué à des distances proportionnelles à leurs masses, c'est-à-dire également loin, s'ils étoient égaux, ou plus loin celui des deux qui seroit le moins pesant.

On doit encore attendre la même chose d'un corps dont le ressort antérieurement tendu viendroit à se débander entre deux mobiles ; comme si l'anneau d'acier dont nous venons de parler, comprimé par un fil diamétral, venoit à se détendre contre

les deux corps *A* & *B*, ils feroient tous les deux repouffés en fens contraires, & à des diftances qui feroient en raifon réciproque des poids.

Ces effets, qui font des conféquences de notre premiere propofition, doivent fervir à expliquer le recul des armes à feu, celui des fufées, &c. Car on doit regarder la poudre qui s'allume entre la culaffe & la balle ou le boulet, comme un reffort qui fe déploie de part & d'autre; fon action produit dans les deux mobiles une vîteffe qui eft d'autant plus grande dans l'un des deux, que fa maffe eft plus petite, relativement à l'autre. Ainfi comme le canon, le moufquet, &c. (fur-tout, fi l'on fait attention aux obftacles qui les retiennent,) font beaucoup plus difficiles à mouvoir que le boulet ou la balle qui fait la charge; on conçoit aifément pourquoi ce dernier mobile reçoit de la poudre enflammée une vîteffe incomparablement plus grande.

Une autre raifon contribue encore à augmenter la vîteffe de la balle, c'eft une certaine longueur au canon, qui donne le temps à la poudre de s'allumer,

lumer, & de déployer toute ſon action ; s'il eſt trop court, le plomb eſt déjà ſorti avant que l'exploſion ſoit entiérement faite : c'eſt une des raiſons pour leſquelles les piſtolets ne portent jamais auſſi loin que les fuſils ; & l'on fait le canon de ceux-ci plus long qu'à l'ordinaire, quand on les deſtine à tirer de fort loin. Mais cette longueur a ſes bornes, & quand on les excede, au lieu de procurer à la balle une plus grande vîteſſe, on lui fait perdre au contraire, par un frottement inutile, une partie de celle qu'elle auroit, ſi le canon avoit une meilleure proportion.

IV. LEÇON.

Quant au recul, on peut dire en général, qu'en ſuppoſant la quantité & la qualité de la poudre égale, un fuſil repouſſe d'autant plus, que la charge de plomb fait plus de réſiſtance, ſoit par ſon poids, ſoit par la bourre qui le retient.

Une fuſée s'éleve, parce que ſa partie inférieure qui s'enflamme fait l'office d'un reſſort qui agit d'une part contre le corps de la fuſée, & de l'autre contre un volume d'air qui ne cede pas auſſi vîte qu'il eſt frap-

pé ; & comme ce reſſort ſe renouvelle continuellement, par l'inflammation ſucceſſive de toutes les parties de la fuſée, il en accélere le mouvement par deux raiſons : 1° parce que réſidant dans le mobile même, il ajoute toujours à ſa vîteſſe ; 2° parce que le poids ou la réſiſtance de ce mobile diminue à chaque inſtant, par la diſſipation des parties qui brûlent.

On pourroit demander ici pourquoi ſur le tapis d'un billard, lorſqu'une bille eſt pouſſée contre une autre en repos, il n'arrive pas la même choſe que dans la premiere expérience, qui paroît être le même cas ? Pourquoi, les billes étant égales, celle qui choque continue-t-elle preſque toujours de ſe mouvoir ? ne devroit-elle pas reſter ſans mouvement après le choc, comme il arrive à la boule *F*, lorſqu'elle rencontre *D* en repos ?

Quoique ces deux cas paroiſſent ſemblables, ils different cependant entr'eux, en ce que la boule *F* de notre premiere expérience n'a qu'un mouvement ſimple & direct, au lieu

que la bille qu'on lui compare en a deux : car non-ſeulement ſon centre eſt porté en ligne droite, mais en même-temps elle roule ſur le plan, & toutes les parties de ſa ſurface décrivent des cercles paralleles autour de ſon axe. Lorſqu'elle rencontre une bille en repos, le mouvement direct de ſa maſſe totale eſt arrêté par les raiſons que nous avons rapportées ; mais celui de ſes parties autour de l'axe commun ſubſiſte ; de ſorte que dans l'inſtant du choc, ſi le plan s'évanouiſſoit, & qu'elle fût ſoutenue par ſes pôles, on la verroit tourner ſans avancer ni reculer ; mais ſi ce mouvement de rotation ſe fait ſur un plan, il faut de néceſſité qu'il porte la bille en avant ; c'eſt une choſe qui ſe conçoit aiſément.

II. PROPOSITION.

Si deux corps élaſtiques égaux ou inégaux en maſſe, viennent ſe heurter avec des vîteſſes propres qui ſoient égales ou inégales, après le choc ils ſe ſéparent, & leur vîteſſe reſpective eſt la même qu'avant le choc.

Car ſi ces deux corps étoient ſans

ressort, ou ils s'arrêteroient réciproquement, ou l'un des deux emporteroit l'autre, comme on l'a vu par les expériences du premier article. S'ils se séparent, c'est donc uniquement en vertu de leur réaction ; mais nous avons vu aussi que cette réaction est égale à la compression, qui est comme la vîtesse respective avant le choc : celle qui en résulte après le choc doit donc être semblable, & c'est ce que l'expérience confirme.

PREMIERE EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

La boule *D* pesant 2 onces, & la boule *F* autant, on les fait tomber l'une contre l'autre par des arcs de 6 degrés chacun. C'est le cas où les masses & les vîtesses propres sont égales.

EFFETS.

Après le choc les deux boules se séparent, & remontent chacune de son côté un arc de 6 graduations ; ainsi les vîtesses propres sont de 6 degrés, & la vîtesse respective de 12, comme avant le choc.

EXPLICATIONS.

Les deux boules en s'entre-choquant à forces égales, ont perdu tout leur mouvement primitif; mais la réaction égale à la force avec laquelle elles se sont comprimées, ou (ce qui est la même chose) à leur vîtesse respective, les a remises en état de remonter les 6 espaces qu'elles avoient parcourus en descendant.

II. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Il faut donner à la boule *D*, 4 onces de masse, & à la boule *F*, 2 onces, & les faire tomber l'une contre l'autre; la premiere par un arc de 4 degrés, & la seconde par un arc de 8; c'est un des cas où il y a inégalité de masses & de vîtesses propres, quoique la vîtesse respective soit encore 12.

EFFETS.

Les deux boules après s'être heurtées, retournent à l'endroit d'où elles

ſont parties avant le choc, ce qui fait voir que la vîteſſe reſpective eſt la même que devant.

EXPLICATIONS.

Si les boules *D* & *F*, de cette expérience, n'avoient point de reſſort, elles s'arrêteroient réciproquement, parce que leurs forces ſont égales; car 4 onces de maſſe multipliées par 4 degrés de vîteſſe, donnent 16 pour la quantité du mouvement, ce qui eſt égal à 8 degrés de vîteſſe, multipliés par 2 onces de maſſe. Mais ces deux boules ſont élaſtiques, & leur compreſſion eſt l'effet d'une vîteſſe reſpective de 12 degrés; la réaction eſt donc une pareille vîteſſe appliquée d'une part à une boule de 2 onces, & de l'autre à une boule de 4 onces; mais la force qui peut tranſporter 2 onces au 8e degré, n'en peut faire parcourir que 4 à une maſſe de 4 onces, pendant le même temps. Ainſi les deux boules après le choc ont dû revenir aux endroits d'où elles étoient parties, comme l'expérience l'a repréſenté.

APPLICATIONS.

Ce que nous avons enſeigné touchant le choc de deux corps à reſſort, a lieu auſſi, quoiqu'il y en ait un plus grand nombre contigus les uns aux autres, & ces effets s'exécutent avec une promptitude admirable. Si l'on ſuſpend, par exemple, 7 ou 8 boules d'ivoire, de maniere qu'elles aient leurs centres dans une même ligne, comme le repréſente la *Fig.* 19, & que l'on faſſe tomber la premiere par un arc de cercle contre la ſeconde, la huitieme ſe ſéparera des autres avec une vîteſſe ſemblable à celle qu'auroit eu la ſeconde après le choc, ſi rien ne s'étoit oppoſé à ſon paſſage ; & ſi l'on en fait tomber deux enſemble contre la troiſieme, les deux dernieres ſe ſépareront des autres qui demeureront toutes en repos.

De même auſſi, que l'on faſſe tomber la huitieme contre la ſeptieme d'une part, & de l'autre la premiere contre la ſeconde ; ces deux boules choquantes remonteront après le choc par les mêmes arcs qu'elles auront parcourus en deſcendant, comme

IV. LEÇON.

ſi leur percuſſion avoit été immédiate.

Pour expliquer ces effets, il faut ſe ſouvenir de ce que nous avons dit à la page 311, qu'une boule à reſſort dans l'inſtant du choc, prend une figure ovale, par laquelle non-ſeulement la partie choquée eſt rapprochée du centre, mais encore celle qui lui eſt diamétralement oppoſée. Ces deux parties ſe rétabliſſent auſſitôt, & avec des vîteſſes égales à celle avec laquelle s'eſt faite leur compreſſion. On conçoit donc que la ſeconde boule frappée par la premiere ſe ſépare d'abord un peu de la troiſieme, & qu'ayant pris, tant par communication que par réaction, une vîteſſe égale à celle du corps qui l'a heurtée, comme nous l'avons expliqué dans la premiere expérience de la premiere propoſition; elle fait ſur la boule ſuivante ce que la premiere a fait ſur elle. La même choſe ſe fait de la troiſieme à la quatrieme, & ainſi de ſuite juſqu'à la derniere, qui n'étant retenue par rien, obéit à l'impulſion qu'elle reçoit, & décrit un arc qui exprime une vîteſſe ſemblable

à

à celle du premier corps choquant.

Ces exemples de mouvements communiqués par des corps élaſtiques & contigus, pourront nous ſervir dans la ſuite, pour appuyer quelques opinions, (vraiſemblables d'ailleurs) touchant certains phénomenes ſur l'explication deſquels les Phyſiciens ſont encore partagés. Nous nous contentons pour le préſent d'établir ces principes d'expériences, que nous rappellerons, & dont nous ferons uſage à meſure que l'ordre des matieres le permettra.

COROLLAIRE.

On a pu remarquer, par les expériences que nous venons de rapporter, que quand les corps à reſſort ſe choquent de maniere qu'ils aillent dans la même direction, ou que l'un des deux reſte en repos après le choc, la ſomme des mouvements eſt la même après comme avant la percuſſion; car immédiatement avant le choc de la premiere expérience, tout le mouvement réſide dans la boule *F*, & ſa quantité eſt 12, ſavoir 6 de vîteſſe multiplié par 2 de maſſe; & après

IV. LEÇON.

le choc pareille quantité ſe retrouve dans la boule *D* qui ſe meut ſeule.

Mais ſi l'un des deux retourne en arriere, la quantité du mouvement ſe trouve plus grande après qu'avant le choc, comme il paroît par le réſultat de la troiſieme expérience; car avant que la boule *F* rencontre la boule *D* en repos, ſa quantité de mouvement eſt 12 : ſavoir 6 de vîteſſe multiplié par 2 onces. Et après la percuſſion, la ſomme des mouvements eſt 20; ſavoir, dans la boule *D*, 16, produit de 4 onces par 4 degrés de vîteſſe, & dans la boule *F*, 4, produit de 2 onces par 2 de vîteſſe.

Non-ſeulement la ſomme des mouvements eſt plus grande après le choc, mais celui du corps choqué excede même en quantité celui du corps choquant, avant le contact; car dans la boule *F*, avant le choc, le mouvement étoit 12, & après la percuſſion, il eſt 16 dans la boule *D*, comme nous venons de le remarquer.

Cet excès, ou cette différence de mouvement dans le corps choqué, égale préciſément la quantité de celui qui rétrograde après le choc; c'eſt ce

qu'on appercevra d'abord, si l'on fait attention que la quantité du mouvement dans la boule *F* qui retourne en arriere, est 4, différence de 16 à 12. IV. LEÇON.

Ainsi les masses étant connues, si l'on sait la vîtesse de celle qui rétrograde après le choc, on peut savoir la quantité du mouvement de l'autre, & quelle a été la somme du mouvement primitif.

Nous ne devons pas quitter cette matiere sans avertir, qu'on ne doit point estimer l'impulsion des fluides, selon les regles que nous avons établies touchant le choc des corps solides; ceux-ci ayant leurs parties liées agissent selon toute leur masse, mais il n'en est pas de même de l'action des autres : à cause de la mobilité respective de leurs parties, il n'y a que ce qui est immédiatement & directement exposé au choc qui fasse effort; le reste ne perd point sa vîtesse, & par conséquent ne contribue point à l'effort; c'est pourquoi l'eau & le vent ne communiquent pas tout d'un coup leur vîtesse actuelle à un mobile : ce n'est qu'après un certain temps, que celui-ci reçoit tout le mouvement qui

IV. LEÇON. peut lui être tranſmis : c'eſt une choſe dont il eſt aiſé de ſe convaincre, en obſervant les ailes d'un moulin à vent ou la roue d'un moulin à l'eau, quand elles commencent à ſe mouvoir.

Fin du premier Volume.

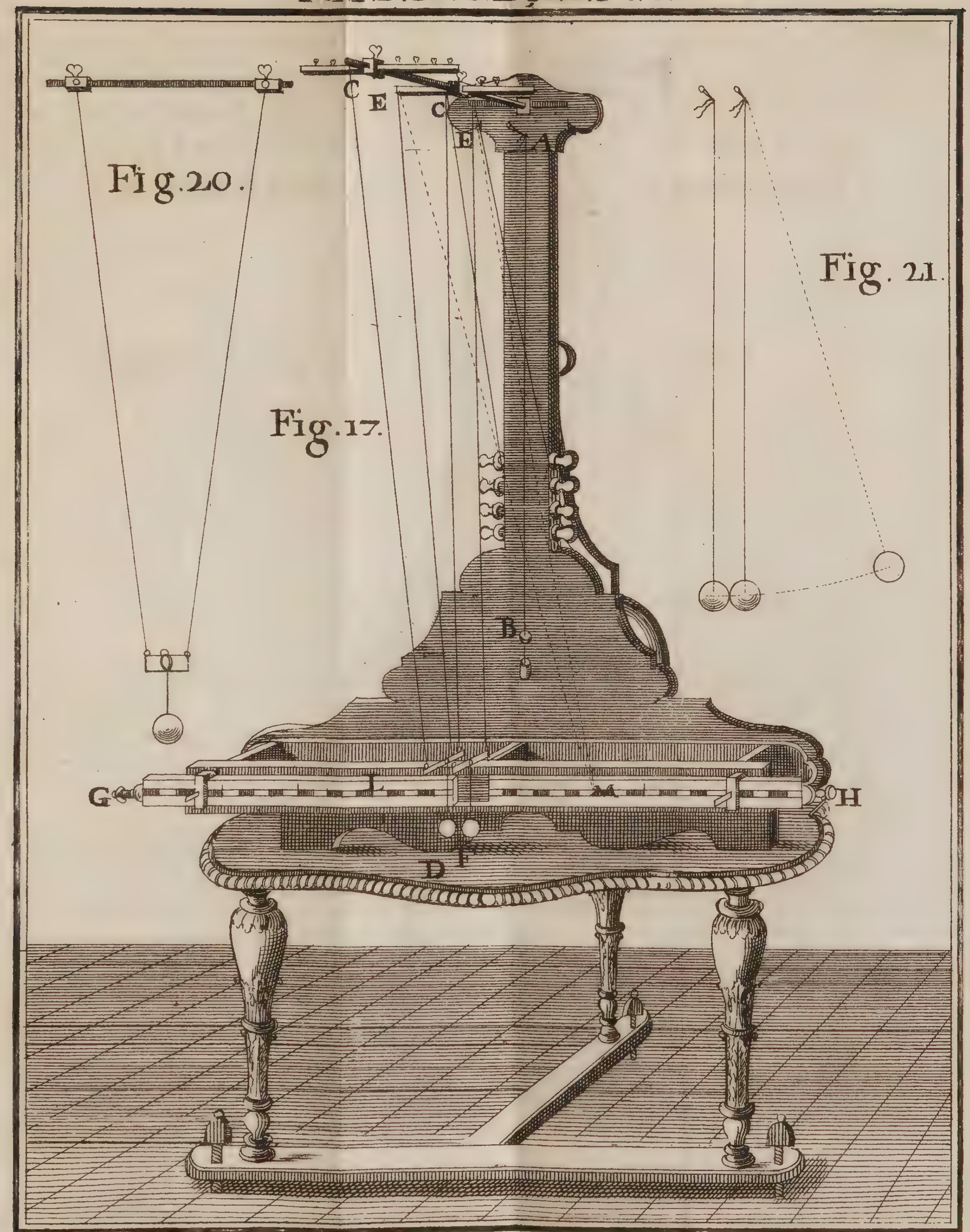


Fig. 20.
Fig. 17.
Fig. 21.
C
E
C
E
A
B
G
L
M
H
D
F



TABLE DES MATIERES

Contenues dans le premier Volume.

PREMIERE LEÇON.

II. LEÇON.

De la poroſité, compreſſibilité & élaſticité des Corps.

III. LEÇON.

De la mobilité des Corps.

IV. LEÇON.

Suite des Loix du Mouvement simple.

Fin de la Table des Matieres.

